

Entwicklung einer Methode zur Bestimmung der Klima- und Kulturperformanz von Gebäuden unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit

Anica Jasmin Mayer

Vollständiger Abdruck der von der TUM School of Engineering and Design der Technischen Universität München zur Erlangung einer

Doktorin der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)

genehmigten Dissertation.

Vorsitz: Prof. Thomas Auer

Prüfer der Dissertation:

1. Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer
2. Prof. Dr.-Ing. Winfried Heusler, Hochschule Ostwestfalen-Lippe
3. Prof. Mathias Pfeil

Die Dissertation wurde am 27.09.2022 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die TUM School of Engineering and Design am 08.11.2022 angenommen.

Gleichberechtigung ist wichtig:

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

Danksagung

Während meiner Zeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Bauphysik der technischen Universität München haben mich viele Personen begleitet und unterstützt. Ich möchte mich an dieser Stelle dafür bedanken.

Zu Beginn gilt mein Dank meinem Betreuer Prof. Dr. Klaus Sedlbauer für die Unterstützung in den letzten Jahren. Herzlich bedanken möchte ich mich für ein Arbeitsumfeld, indem ich meinen Interessen nachgehen konnte, viel Flexibilität, Freiheit, Vertrauen und Verständnis erfuhr.

Ebenfalls möchte ich meinen Dank meinem Zweitbetreuer Herrn Prof. Dr. Winfried Heusler für die fachliche Unterstützung und all die inspirierenden Gespräche ausdrücken. Herzlichen Dank für die Wertschätzung, die mir entgegengebracht wurde, durch das starke Interesse an meiner Forschung und die volle Aufmerksamkeit in allen Terminen.

Darüber hinaus möchte ich mich herzlich bei Herrn Prof. Mathias Pfeil für seine Bereitschaft, als Drittprüfer zu fungieren, bedanken.

Meinem Mentor und gutem Freund Simon Schmidt gebührt mein Dank für den fachlichen und emotionalen Beistand. Für den Wahnsinn einer erneuten (dritten) Betreuung nach meiner Bachelor- sowie Masterthesis bedanke ich mich sehr, ebenso wie für die unzähligen hilfreichen Gespräche, den Zuspruch und die Tipps und Tricks, wie man die Ruhe bewahrt und positiv bleibt.

Mein besonderer Dank gilt meiner Mutter Ruth Mayer und meinen Schwestern Veronika Mayer und Monika Tarhan, die mich während des gesamten Studiums unterstützt haben und deren Geduld so häufig auf die Probe gestellt wurde. Ohne eure Rücksicht, eure aufmunternden Worte, das unermüdliche Motivieren und euren Rückhalt wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen. Ich danke euch sehr. Ich danke ebenfalls meinem Vater Christian Huber. Er brachte mir immer sein ungeteiltes Interesse entgegen, unterstützte mich durch ermutigende Worte und den fachlichen Austausch. Durch ihn lernte ich in herausfordernden Zeiten durchzuhalten und für das Positive dankbar zu sein. Ich hoffe, mein Dank erreicht dich. Meinen Nichten Ela, Lina und Liya sowie meinen Neffen Kenan und Ilyas möchte ich für die Positivität und Rücksicht danken. Dass ich zu dem ein oder anderem Geburtstag erst spät aufgetaucht bin, wurde mir dankeswerterweise nie übel genommen.

Ganz herzlich möchte ich mich auch bei meinen Wegbegleitern und Unterstützern Daniel Herzog und Alexander Peikos bedanken. Danke Daniel Herzog für die unzähligen lieben Worte und Taten, die Hilfe bei vielen Herausforderungen, für das immer offene Ohr, den fachlichen Austausch, eine unermüdliche Geduld und Freundlichkeit. Besonders danke ich für den emotionalen Beistand, der mir das letzte Jahr um einiges leichter gemacht hat.

Danke Alexander Peikos für die vielen Tipps und Tricks, wie man eine solche Arbeit halbwegs unbeschadet übersteht. Dein oft direktes und ungeschöntes Feedback hat mich so einiges Mal wieder auf den richtigen Weg zurückgeführt.

Mein Dank gebührt ebenfalls der Familie Boisserée, die mir während der Pandemie einen Unterschlupf gewährt hat. Der Tapetenwechsel hat so manche Schreibblockade vertrieben. Danke für die Beherbergung, Bewirtung, das entgegengebrachte Interesse sowie die lieben Worte. Florian Boisserée möchte ich besonders für die Begleitung und Unterstützung während meines gesamten Studiums danken. Ich bedanke mich für ermutigende und aufmunternde Worte, deine Rücksichtnahme, Geduld, deine Positivität und das regelmäßige Erden.

Meinen Kolleginnen und Kollegen Sebastian Schröngamer, Sylvia Goletz, Roland Göttig und Mai-Khanh Talke möchte ich für die gemeinsame Zeit am Lehrstuhl, für viele hilfreiche Gespräche, emotionalen Beistand, kritische Gedanken und für das Zuhören danken.

Darüber hinaus möchte ich mich bei meinen Mitstreitern Sebastian Rötzer, Sonja Teschemacher, Anne Imig und Francesca Perosa bedanken. Ich danke Sebastian Rötzer für die hilfreichen Tipps und den Spaß, den ich hatte, gemeinsam an der Doktorarbeit zu schreiben. Selbst die Korrekturen haben mich durch die lustigen Anmerkungen Tränen lachen lassen. Danke dafür! Meiner PhD-Support Group danke ich für die regelmäßigen Treffen. Der fachliche, organisatorische und emotionale Beistand hat mich in allen Phasen der Arbeit unterstützt. Der Blick aus anderen Perspektiven auf meine Arbeit war oftmals sehr hilfreich. Ich bin dankbar für diese Gemeinschaft und freue mich auch auf künftige regelmäßige Treffen.

Ebenfalls möchte ich all meinen Freunden danken. Mein Dank gilt insbesondere Athanasia Kostis, die mich bereits seit dem ersten Semester an der Universität begleitet. Danke für deinen Beistand, die lustige gemeinsame Arbeitszeit als Hilfwissenschaftlerinnen und die Ermutigungen während der letzten Jahre selbst aus der Ferne. Ich möchte mich auch bei meinen langjährigen Freunden Sebastian Schwertlein, Christian von Schumann, Vanessa Ostertag, Ludwig Hagn und Yuri Monroy Hagn bedanken. Danke für den Rückenwind, die Positivität, Freude und den gesunden Maßstab.

Darüber hinaus gebührt mein Dank den Studierenden, die auf die ein oder andere Weise zu dieser Arbeit beigetragen haben. Mein Dank gilt insbesondere Eva Stainer, Christian Menges, Tobias Jürgens, Freya Reimers, Serena Keller, Korbinian Schwab und Sarah Ficker. Danke für eure Unterstützung, Kreativität und Positivität.

Ich danke auch allen Freunden und Unterstützern, die ich hier namentlich nicht alle aufführen kann, für die vielen lieben Worte, das Nachfragen, das Interesse, die Geduld und das Verständnis.

Vielen Dank!

Anica Mayer, September 2022

Eine der Lektionen, die ich in den verschiedenen Phasen meiner Karriere gelernt habe, ist, dass Wissenschaft nicht allein gemacht wird. Fortschritte werden erst durch Gespräche und den Austausch mit anderen erzielt.

Carol W. Greider (Molekularbiologin)

Zusammenfassung

Ob Einfamilienhaussiedlungen oder die Skylines großer Städte: Neubauten in Deutschland sind heute optisch schwer zu unterscheiden. Doch nicht nur in Deutschland, sondern auch weltweit ähneln sich die Bauten immer mehr. Neue Technologien, monetäre Motive und die Globalisierung im Bauwesen führen zu einem vereinheitlichten Architekturstil. Klimatische und kulturelle Anforderungen bleiben oftmals unberücksichtigt. Jedoch ist insbesondere vor dem Hintergrund des Klimawandels eine klimaangepasste Bauweise von Gebäuden und somit eine Reduktion des Energiebedarfs von hoher Relevanz. Auch das kulturangepasste Bauen gilt es zu fördern, da dieses die Gesundheit, Zufriedenheit und die Identifikation der Nutzer mit dem Umfeld positiv beeinflusst.

Eine Untersuchung des Stand des Wissens im Rahmen dieser Arbeit zeigt, dass Planern im klimaangepassten Bauen bereits unterschiedliche Unterstützungsmöglichkeiten zur Verfügung stehen. Neben einer Vielzahl an Literatur zu Klimaanalysen und Handlungsempfehlungen existieren Planungs- und Optimierungstools mit Fokus auf das klimaangepasste Bauen. Das kulturangepasste Bauen ist im Gegensatz dazu weniger erforscht. Der Begriff wird unterschiedlich verstanden und ist weitgehend undefiniert. Einige Methoden bieten Unterstützung im kulturangepassten Bauen. Diese sind häufig von Subjektivität geprägt und/oder vernachlässigen die Perspektive des Gebäudenutzers, welche jedoch relevant ist, um die Zufriedenheit der Nutzer mit der gebauten Umwelt zu ermöglichen. Insgesamt zeigt sich, dass weder im klimanoch im kulturangepassten Bauen eine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode existieren. Wie klima- und kulturangepasst ein Gebäude ist, kann nach aktuellem Stand des Wissens nicht bestimmt werden. Eine Quantifizierung und Bewertung ist jedoch für eine Einschätzung und ggfs. Verbesserung des Entwurfs von Relevanz.

Aus dieser Motivation heraus werden in dieser Arbeit nachfolgende Forschungsfragen beantwortet:

- Wie kann das klimaangepasste Bauen mittels der neu entwickelten Größe Klimaperformanz bewertet werden?
- Wie kann das kulturangepasste Bauen mittels der neu entwickelten Größe Kulturperformanz bewertet werden?
- Wie kann die Klimaperformanz von Gebäuden quantifiziert werden?
- Wie kann die Kulturperformanz von Gebäuden quantifiziert werden?

Um das theoretische Wissen mit dem aus der Praxis abzugleichen und die Relevanz der Beantwortung der Forschungsfragen zu ermitteln, wird in dieser Arbeit eine empirische Datenanalyse durchgeführt. Des Weiteren werden die Anforderungen an einen Lösungsansatz, welche sich aus der Untersuchung des Stand des Wissens zeigen, durch empirische Daten ergänzt. Dazu wurden Interviews mit Experten aus an der Planung beteiligten Berufsfeldern durchgeführt.

Es zeigt sich, dass das klimaangepasste Bauen den Experten geläufig ist. Jedoch wird das *klimaangepasste* oftmals mit dem *klimawandelangepassten* oder *nachhaltigen* Bauen gleichgesetzt. Eine Abgrenzung der Begriffe ist notwendig und erfolgt im Rahmen dieser Arbeit.

Der Begriff *kulturangepasstes Bauen* war den Experten weniger geläufig. Die Relevanz des klima- und kulturangepassten Bauens wird von den Experten aufgrund des Klimawandels sowie der Verbreitung von Gebäuden im internationalen Stil hoch eingestuft. Weder für das klima- noch für das kulturangepasste Bauen hat sich laut den Befragten eine klare Vorgehensweise in der Praxis etabliert. Die in der Forschung veröffentlichten Informationen und entwickelten Tools sind in der Praxis nicht angekommen. Eine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode zum klima- und kulturangepassten Bauen war den Experten ebenfalls nicht bekannt. Der Großteil der Befragten ist der Meinung, dass eine solche Methode fehlt. Die Anforderungen an eine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode konnten in den Interviews ergänzend zu jenen, welche aus der Analyse des Stand des Wissens abgeleitet wurden, ermittelt werden.

Auf Basis der Ergebnisse der Untersuchung des Stand des Wissens sowie der empirischen Datenanalyse wird der zu entwickelnde Lösungsansatz skizziert. Mit Fokus auf die formulierten Anforderungen werden geeignete Methoden verglichen und abschließend ausgewählt.

Die entwickelte Methode dieser Arbeit besteht aus dem Input, den Methoden zur Quantifizierung der Bewertungsindikatoren und der Methode zur Bewertung. Als Input dient ein thermisch-energetisches Simulationsmodell eines Gebäudes, welches sich idealerweise in der Ausführungsplanung befindet.

Die Klimaanpassung des Gebäudes wird mithilfe der neu entwickelten Größe, der Klimaperformanz, quantifiziert. Die Klimaperformanz (KLP) gibt die prozentuale jährliche Zeitdauer an, in der das Gebäude ohne Heizung, Lüftung und Klimaanlage ein angenehmes Innenraumklima ermöglicht. Diese wird mithilfe einer thermisch-energetischen Simulation sowie einer anschließenden Auswertung mittels eines in Matlab implementierten, neu entwickelten Berechnungsalgorithmus bestimmt.

Analog zur Klimaperformanz wird im Rahmen der Arbeit die Kulturperformanz eingeführt, welche das kulturangepasste Bauen quantifizierbar und bewertbar macht. Diese wird mithilfe eines vierstufigen Verfahrens ermittelt. Im ersten Schritt werden die baukulturell relevanten Aspekte identifiziert. Im nächsten Schritt werden die Anforderungen an das kulturangepasste Bauen mittels der Methode des paarweisen Vergleichs priorisiert. Anschließend erfolgt im dritten Schritt die quantitative Bestimmung der Ausprägung der baukulturell relevanten Aspekte des Gebäudes. Im letzten Schritt erfolgt die Bestimmung der Kulturperformanz auf Basis der quantitativen Werte der Priorisierung und Ausprägung der baukulturell relevanten Aspekte. Sowohl die Kultur- als auch die Klimaperformanz werden als Zahlenwert mit der Einheit Prozent angegeben.

Um der Anforderung nach einer ganzheitlichen Methode nachzukommen und sicherzustellen, dass eine hohe Klima- und/oder Kulturanpassung nicht mit einem unverhältnismäßig hohem energetischen und/oder monetären Mehraufwand oder Einbußen der Behaglichkeit einhergehen, werden in der Methode Kontrollelemente der Nachhaltigkeit bestimmt. Betrachtet werden dabei Elemente entsprechend der drei Säulen der Nachhaltigkeit (Ökologie, Ökonomie und Soziales). Die ökologischen Kennwerte werden mithilfe der thermisch-energetischen Gebäudesimulation sowie der Methode der Ökobilanzierung ermittelt. Eine Lebenszykluskostenanalyse ermöglicht die Berücksichtigung ökonomischer Kontrollelemente. Die Betrachtung der sozialen Säule der Nachhaltigkeit fokussiert sich auf die thermische Behaglichkeit, da diese maßgeblich von einer klimaangepassten Bauweise beeinflusst wird und meist für den Großteil des Energiebedarfs von Gebäuden verantwortlich ist.

Da die lufthygienische sowie visuelle Behaglichkeit direkt mit der thermischen Behaglichkeit in Verbindung stehen, werden diese ebenfalls berücksichtigt. Die akustische Behaglichkeit wird in dieser Arbeit vernachlässigt, da diese in keinem Zusammenhang mit der Anpassung an das natürliche Klima steht. Die Kontrollelemente der sozialen Säule der Nachhaltigkeit werden ebenfalls mithilfe der thermisch-energetischen Gebäudesimulation bestimmt.

Für die Bewertung der Klima- und Kulturanpassung werden unterschiedliche Methoden vorgestellt. Aufgrund der Neuentwicklung der Methode fehlt jedoch meist die benötigte Datengrundlage, wie beispielsweise eine statistische Auswertung der Klima- und Kulturperformanz ähnlicher Objekte als Referenzwert. Aus diesem Grund erfolgt die Bewertung der Klima- und Kulturanpassung in dieser Arbeit auf Basis des Performanz-Ansatzes, welcher eine erste Einordnung ermöglicht: je größer der Wert ist, umso besser ist die Klima- bzw. Kulturanpassung zu bewerten. Die Bewertung der Kontrollgrößen der Nachhaltigkeit basiert auf dem Vergleich mit Norm- oder Vergleichswerten aus der Literatur und erfolgt somit auf Basis eines Merkmals mit binärer Ausprägung, einer nominalen Skala (innerhalb Komfortbereich/ außerhalb Komfortbereich). Bei Betrachtung unterschiedlicher Varianten eines Gebäudekonzeptes ermöglicht zudem der direkte Vergleich der Ergebnisse eine Beurteilung.

Im Anschluss an die Entwicklung der Quantifizierungs- und Bewertungsmethode erfolgt im Rahmen der Arbeit die Überprüfung der Methode durch Anwendung mithilfe von Fallstudien. In dieser Arbeit werden 13 Gebäudemodelle an neun Standorten in sieben Ländern untersucht. Bei der Auswahl der Anwendungsfälle wurde darauf geachtet, dass möglichst vielen unterschiedlichen Randbedingungen begegnet wird. Die Testung der Methode führte zu nachfolgenden Erkenntnissen:

Um die Klimaperformanz zu bestimmen, ist meist eine ausreichende Datengrundlage (Klimadaten, Materialdaten) vorhanden. Der Zeitaufwand ist bei Vorhandensein eines exakten Gebäudemodells gering. Die Erstellung eines solchen Modells ist zwar zeitaufwendig, jedoch heutzutage oftmals bereits Bestandteil der Planungsphase.

Die Bestimmung der Kulturperformanz ist mit Herausforderungen verbunden. Literaturrecherchen eignen sich als Datengrundlage, jedoch ist eine ausreichende Aktualität ggfs. nicht gegeben. Ortsbegehungen werden als geeignetes Medium angesehen, um Daten zu erheben, sind jedoch oftmals mit einem hohen zeitlichen und monetären Aufwand verbunden. Eine weitere Problematik in der Datenerhebung zeigt sich in der Identifizierung und Abgrenzung der kulturellen Aspekte. Eine Vollständigkeit sowie exakte Eingrenzung der weichen Faktoren sind nicht möglich. Des Weiteren haben die Fallstudien gezeigt, dass die Teilnahmebereitschaft an Umfragen gering ist. Die Herausforderung bei Umfragen liegt im Spannungsfeld zwischen der Umfragedauer, der Komplexität der Fragen sowie der Tiefe und der Genauigkeit der Ergebnisse. Eine weitere Problematik ist, dass eine zufällige Auswahl an Teilnehmern oftmals zu keinem repräsentativen Ergebnis führt. Die in den Fallstudien durchgeführten Experteninterviews erwiesen sich meist als hilfreich. Insgesamt zeigt sich, dass die Ermittlung der Kulturanpassung mit einem hohen Ressourcen- und Zeitaufwand verbunden ist. Da die baukulturellen Aspekte nicht abgrenzbar sind, kann das Ergebnis keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit erheben. Dennoch kann die Kulturperformanz eine Orientierung bieten. Zudem können nutzerspezifische Bedürfnisse, welche zuvor unbekannt waren, identifiziert und in der Planung anschließend berücksichtigt werden. Der Prozess ermöglicht somit eine Sensibilisierung der am Planungsprozess beteiligten.

Die Untersuchung der ökologischen sowie ökonomischen Kontrollelemente verdeutlicht, dass die Umsetzbarkeit vom Standort abhängt. Die Datengrundlage und damit die Nutzbarkeit von unterstützender Software unterscheiden sich je nach Standort stark. Statistisch ermittelte Vergleichsdaten, welche eine Plausibilitätsprüfung sowie eine Bewertung des Ergebnisses ermöglichen, sind nicht an allen Standorten verfügbar. Eine Übertragung von Daten anderer Standorte ist aufgrund abweichender Randbedingungen (Materialgüte der Baustoffe, Instandhaltungskultur, etc.) oftmals nur eingeschränkt sinnvoll. Es zeigt sich, dass vornehmlich in den Industrienationen ausreichend ökologische und ökonomische Daten vorhanden sind. Für die Bestimmung der sozialen Säule der Nachhaltigkeit sind meist ausreichend Daten vorhanden. Insgesamt zeigt sich, dass die Klimaperformanz sowie die soziale Säule der Nachhaltigkeit einfach zu ermitteln sind. Die Bestimmung der Kulturperformanz sowie der Ökologie und Ökonomie eines Gebäudes ist je nach Standort mit Herausforderungen verbunden.

Im weiteren Verlauf der Arbeit erfolgt die Evaluation der entwickelten Methode. Eine Anwendungsevaluation und Erfolgseinschätzung werden mithilfe von drei unterschiedlichen Methoden durchgeführt: Evaluation 1 untersucht die gesamte Methode mithilfe von Experteninterviews. In der Evaluation 2 erfolgt die Bewertung auf Grundlage der Anwendung in den Fallstudien. Um die Anwendbarkeit und Nutzbarkeit zu beurteilen, wird dazu eine Umfrage unter den Anwendern der Methode in den Fallbeispielen durchgeführt. Darüber hinaus wird eine Einschätzung zum Erfolg der Methode gegeben. Die Evaluation 3 fokussiert sich auf die Beurteilung des Methodenteils zur Quantifizierung und Bewertung der Kulturanpassung. Dazu wird der Methodenteil in zwei Fallbeispielen angewandt. Anschließend erfolgt die Anwendungsevaluation anhand zuvor festgelegter Bewertungskriterien sowie einem Vergleich mit alternativen Methoden.

Die Evaluation der Methode führte zu nachfolgenden Erkenntnissen:

Die Anwendbarkeit des Ansatzes wurde insgesamt positiv eingestuft. Wie sich bereits bei der Testung zeigte, wird bei den Teilmethoden zur Untersuchung der Kulturperformanz sowie der Ökologie und Ökonomie ein Verbesserungspotenzial in der Datengrundlage gesehen, insbesondere bei der im Ausland. Für die Bewertung der Ökologie und Ökonomie fehlen Kennzahlen sowie unterstützende Software-Produkte im Ausland, für die der Kulturperformanz die Bereitschaft der Teilnahme an Umfragen.

Die Nutzbarkeit des Ansatzes wird überwiegend positiv eingestuft. Das Hauptziel des entwickelten Ansatzes, einen ersten Schritt in Richtung Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit zu ermöglichen, wird ausschließlich positiv bewertet wurde.

Der Erfolg der Methode wird insgesamt positiv eingeschätzt. Entsprechend der Evaluation der Anwendbarkeit und Nutzbarkeit werden die Teilmethoden der Kulturanpassung und der Ökologie sowie Ökonomie etwas schlechter bewertet als die Teilmethoden der Klimaanpassung und der sozialen Säule der Nachhaltigkeit. Insgesamt zeigen die Evaluationen, dass der Ansatz überwiegend *eher positiv* eingestuft wurde.

Die kritische Reflexion betrachtet nochmals die Vorgehensweise sowie die Ergebnisse des Ansatzes. Gegenübergestellt werden die Stärken, Schwächen, Chancen und Herausforderungen der entwickelten Methode. Des Weiteren wird herausgearbeitet, welchen Beitrag die Arbeit für die Forschung und Industrie leistet.

Die Analyse des Stand des Wissens liefert ein übersichtliches Bild über die aktuelle Forschungslandschaft im klima- und kulturangepassten Bauen. Die Forschungslücke einer fehlenden einheitlichen Definition der

Begriffe klima- und kulturangepasstes Bauen konnte geschlossen werden, indem diese auf Basis vorhandener Definitionen abgeleitet wurden. Das *klimaangepasste* wurde vom *klimawandelangepassten*, *nachhaltigen* und *ökologischen* Bauen abgegrenzt. Einen weiteren Beitrag zur Wissenschaft leistet die vorliegende Arbeit durch die Ermittlung eines Meinungsbildes zum klima- und kulturangepassten Bauen in der Praxis. Dabei konnte eine Betrachtung des klima- und kulturangepassten Bauens aus verschiedenen Perspektiven dargelegt werden, da Experten aus unterschiedlichen Fachbereichen befragt wurden. Entsprechend dem Forschungsziel der Arbeit wurde ein Prototyp einer Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit entwickelt. Durch die Anwendung der Methode in Fallbeispielen konnte gezeigt werden, dass der Prototyp bereits einen Großteil der Kernfunktionen erfüllt. Erste Verbesserungsempfehlungen wurden durch die Anwendung und Evaluation abgeleitet. Zudem wurden weitere Forschungslücken insbesondere im Bereich der Datengrundlage für die Ökobilanzierung und Lebenszykluskostenanalyse identifiziert. Im Bereich der Praxis trägt die Arbeit durch die Erhebung der empirischen Daten zur Sensibilisierung für die Thematik des klima- und kulturangepassten Bauens bei. Des Weiteren stellt das entwickelte Tool einen Grundstein dar, um Architekten und Planern eine Möglichkeit zu geben, ihren Entwurf hinsichtlich der Klima- und Kulturanpassung einschätzen und somit verbessern zu können. Der Ansatz ermöglicht zudem eine Identifikation der relevanten Stell-schrauben im klima- und kulturangepassten Entwurf. Insgesamt liefert die Forschungsarbeit einen Grundstein für eine Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit, welcher Potenzial für Verbesserungen sowie Erweiterungen aufweist.

Mögliche erweiterte Funktionen zeigen sich insbesondere hinsichtlich der Ermittlung der Klimaperformanz: Die Arbeit fokussierte sich auf die Anpassung des Gebäudes an das natürliche Klima. Eine erweiterte Funktion wird in der Anpassung an anthropogene Klimaeinflüsse gesehen. Des Weiteren könnte neben der *Klimaperformanz* die *Klimawandelperformanz* bestimmt werden. Durch Ersetzen der Klimadaten durch prognostizierte Daten unterschiedlicher Szenarien kann die Robustheit des Gebäudes gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels betrachtet werden.

In der Übertragung der gesamten Methode auf die Betrachtungsebene von Quartieren wird ein ebenfalls hohes Potenzial gesehen. Eine Weiterführung der Arbeit in diese Richtung könnte einen Beitrag zur Weiterentwicklung lebenswerter Städte weltweit leisten.

Summary

Whether it is single-family housing developments or the skylines of large cities, newly constructed buildings in Germany are difficult to distinguish visually today. Buildings are becoming increasingly similar not only in Germany, but also worldwide. New technologies, monetary motives, and globalization in the construction industry lead to a homogeneous architectural style. Climatic and cultural requirements often remain unconsidered. However, especially regarding climate change, a climate-adapted construction of buildings and, thus, a reduction of the energy demand is of high relevance. It is also important to promote culture-adapted construction, as this positively influences the health, happiness, and identification of its users with their surroundings.

An examination of current scientific literature shows that planners in climate-adapted construction already have various options for support at their disposal. In addition to a large amount of literature on climate analysis and recommended actions, planning and optimization tools with a focus on climate-adapted building are available. In contrast, culture-adapted building is less well researched. The term is interpreted in several ways and is largely undefined. Some methods offer support for planning culture-adapted buildings. However, these are often characterized by subjectivity and/or neglect of the perspective of the buildings' user. The latter is, in fact, relevant to help facilitate user satisfaction with the built environment. Overall, it is evident that no quantification and evaluation method exists in either climate- or culture-adapted building. How climate- and culture-adapted a building is, cannot be determined using current research. Yet, quantification and evaluation are relevant for an assessment and, if necessary, design improvement.

Based on this incentive, the following research questions are answered in this thesis:

- How can climate-adapted building be evaluated using the new parameter climate performance?
- How can culture-adapted building be evaluated using the new parameter of culture performance?
- How can the climate performance of buildings be quantified?
- How can the culture performance of buildings be quantified?

To compare the theoretical knowledge with the applied knowledge and to determine the relevance of answering the research questions, an empirical data analysis is carried out in this thesis. Furthermore, the requirements for a solution approach, which result from the examination of current scientific literature, are supplemented by empirical data. For this purpose, interviews were conducted with experts from professional fields that are involved in planning.

Climate-adapted construction is a familiar term to the experts. But climate-adapted building is often equated with climate change-adapted or sustainable building. A distinction between the terms is necessary and will be provided in the scope of this thesis. The term culture-adapted building was less familiar to the experts. The relevance of climate- and culture-adapted building is rated highly by the experts due to climate change as well as the proliferation of international-style buildings. According to the interviewees, no distinct

approach has been established in practice for either climate-adapted or culture-adapted construction. The published research and the developed tools have not arrived in the field. No quantification and evaluation method for climate- and culture-adapted construction is known to the experts. The majority of interviewees believe that a quantification and evaluation method for climate- and culture-adapted construction is missing. In addition to the requirements for a quantification and evaluation method, which result from the analysis of the current scientific knowledge, the interview partners defined further criteria.

The solution approach will be developed based on the results of the literature review and the empirical data analysis. With a focus on the predefined requirements, suitable methods are compared and finally selected.

The developed method of this thesis consists of the input, the methods for quantifying the evaluation indicators and the method for evaluation. The input is a thermal-energy simulation model of a building, which is ideally in the execution planning stage.

The climate adaptation of the building is quantified with the help of a newly developed variable: the climate performance. The climate performance (CLP) indicates the percentage of time per year during which the building allows a comfortable indoor climate without heating, ventilation, and air conditioning. The variable is determined with the aid of a thermal-energetic simulation and a subsequent evaluation using a newly developed calculation algorithm implemented in Matlab.

In addition to the climate performance, the thesis introduces the culture performance, which makes culture-adapted construction quantifiable and assessable. The culture performance is determined using a four-step procedure: In the first step, aspects relevant to building culture are identified. In the next step, the requirements for culture-adapted building are prioritized using the method of pairwise comparison. Then, in the third step, the quantitative determination of the building characteristics which are relevant to the building culture is conducted. In the last step, the culture performance is determined based on the quantitative values for the prioritization and manifestation of the aspects relevant to the building culture. Finally, both the culture and the climate performance are presented as numeric values using the unit percent.

To meet the requirement for a holistic method and to ensure that a high level of climate- and/or culture-adaptation is not accompanied by disproportionately high additional energy and/or monetary costs or losses in comfort, control elements of sustainability are defined as part of the method. Elements corresponding to the triple bottom line of sustainability (ecology, economy, and social aspects) are taken into consideration. Ecological parameters are determined with the help of a thermal-energetic building simulation and the method of life cycle assessment. A life cycle cost analysis enables the consideration of economic control elements. The consideration of the social aspect of sustainability focuses on thermal comfort since this is significantly influenced by a climate-adapted construction method and accounts for most of the energy demand of buildings. Since air hygiene and visual comfort are directly related to thermal comfort, these variables are also considered. Acoustic comfort is neglected in this thesis, as there is no relation to adaptation to the natural climate. The control criteria of social sustainability are also determined with the help of the thermal-energy building simulation.

Different approaches are presented for the evaluation of climate and culture adaptation. Due to the new development of the method, the required data basis does not exist, for example, the statistical evaluation

of the climate and culture performance of similar objects, which could be used as a reference value. Therefore, the evaluation of climate and culture adaptation in this thesis is based on the performance approach, which allows an initial ranking: the larger the value, the better the climate or culture adaptation rate. The evaluation of the control variables of sustainability is based on the comparison with a standard or comparative values stemming from scientific literature and is thus based on a characteristic with binary attributes on a nominal scale (in comfort range / out of comfort range). When different variants of a building concept are considered, the direct comparison of the results enables an assessment.

Following the development of the quantification and evaluation method, the method is being tested with the help of case studies. Consequently, 13 building models at nine locations in seven countries are analysed. While selecting the use cases, care was taken to ensure that as many different framework conditions as possible were encountered.

Testing of the method led to the following conclusions: A sufficient data basis (climate data, supply data) is usually available to determine the climate performance. The time required for the determination of the climate performance is minor if an exact building model is available. However, the construction of such a model is time-consuming, but nowadays it is often already a part of the planning stage.

Challenges accompany the determination of the culture performance. Literature research can be used for the data basis; however, the currency of the scientific literature may not be given. Site visits can be a suitable medium for collecting data but are often associated with a high expenditure of time and money. One problem in data collection is the identification and differentiation of cultural aspects. Completeness, as well as an exact definition of the soft factors is not possible. The case studies have also shown that the willingness to participate in the surveys is low. The challenge of the surveys lies between the conflicting priorities of the survey duration, the complexity of the questions and the depth and accuracy of the results. Another problem is that a random selection of participants does not lead to representative results. The expert interviews conducted in the case studies often proved to be helpful. Overall, the determination of the culture adaption is associated with a high expenditure of resources and time. Since cultural building aspects cannot be differentiated, the result cannot claim validity. The culture performance can provide some guidelines, nevertheless. In addition, user-specific needs, which were previously unknown, can be identified and subsequently taken into account in the planning stage. Finally, the process enables raising awareness among those involved in the planning cycle.

The analysis of the ecological and economic control elements shows that the feasibility depends on the location. The data basis, as well as the availability of supporting software, differ enormously depending on the location. Statistically determined comparative data, which allows a plausibility check and an evaluation of the result, is also unavailable at all sites. The transfer of data from other sites is often only valuable to a limited extent due to deviating general conditions (quality of the building materials, maintenance culture, etc.). Sufficient ecological and economic data is only available in industrialized nations. For the determination of the social aspect of sustainability, sufficient data is usually available.

Overall, the climate performance and the social aspects of sustainability can be determined. The classification of the culture performance, as well as the ecology and economy of the building are associated with challenges.

The next step in the thesis is the evaluation of the developed method. The evaluation of the applicability and assessment of the success rate is carried out with the help of three different methods: Evaluation 1 examines the entire method with the help of expert interviews. In Evaluation 2, the evaluation is based on the application of case studies. To assess the applicability and usability, a survey is conducted among the users of the method in the case studies. In addition, an assessment of the method's success will be provided. Evaluation 3 focuses on the assessment of the method part for quantifying and evaluating the culture adaptation. This involves the application of the method part in two case studies. Subsequently, the applicability is evaluated based on previously determined evaluation criteria and compared with other methods. The evaluation of the method led to the following insights:

The applicability of the method was rated rather positively overall. However, as was already evident during the testing, the potential for improvement is seen in the data basis, particularly abroad, and in the sub-methods for examining culture performance as well as ecology and economy. For the evaluation of ecology and economy abroad, there is a lack of key data as well as supporting software products; for the assessment of climate performance, there is a lack of willingness to participate in surveys. The usability of the method is rated predominantly positive. The main goal of the developed approach, to enable the first step towards quantification and assessment of climate and culture adaptation under consideration of sustainability, was evaluated exclusively positively.

The overall success of the method was rated positively. According to the evaluation of applicability and usability, the sub-methods of culture adaptation and ecology, as well as economy, are evaluated slightly lower than the sub-method of climate adaptation. Overall, the evaluations show that the approach was predominantly rated "rather positive".

The critical reflection reviews the approach and the results of the approach. The strengths, weaknesses, opportunities, and challenges of the developed method are discussed.

Furthermore, the thesis's contribution to research and industry is outlined: The analysis of the state of knowledge provides a comprehensive picture of the current research landscape in climate- and culture-adapted building. The research gap regarding the lack of a general definition of the term's climate-adapted and culture-adapted building was solved by deriving the terms based on existing definitions. Climate-adapted as a term was distinguished from climate change-adapted, sustainable, and ecological building. The thesis further contributes to science by determining a pattern of opinion on climate-adapted and culture-adapted building in practice. A reflection on climate- and culture-adapted building from different perspectives could be presented, as experts from various fields were interviewed. In accordance with the research objective of the thesis, a prototype method was developed for quantifying and evaluating climate and culture adaptation while considering sustainability. Through the application of the method in case studies, it could be shown that the prototype already fulfils a large part of the core functionalities. The first recommendations for improvement were derived by applying and evaluating the approach. In addition, other research gaps were identified, particularly regarding the data basis for eco-balancing and life cycle cost analysis. In the field of practice, the thesis contributes to the sensitization of the topic of climate- and culture-adapted building through the collection of empirical data. Furthermore, the developed tool provides a foundation to enable architects and planners to assess and thus improve their design in terms of climate and culture adaptation. Finally, the method also enables the identification of relevant parameters in climate

and culture-adapted design. In summary, the thesis provides a foundation for a method to quantify and evaluate climate and culture adaptation regarding sustainability, which has potential for improvement and extension.

Possible extended features are particularly evident regarding the determination of the climate performance: The thesis focused on the adaptation of the building to the natural climate. An extended function is seen in investigating the adaptation to anthropogenic climate influences. Additionally, the climate change performance could be determined in addition to the climate performance. By replacing the climate data with predicted data in different scenarios, the robustness of the building regarding the impacts of climate change can be examined. A high potential is also perceived for transferring the method to the observation level of ensembles and neighborhoods. Continuing the thesis in this direction could contribute to the further development of livable cities worldwide.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis		IV
Tabellenverzeichnis		VIII
1	Einleitung	1
1.1	Thematischer Hintergrund und Problemstellung	1
1.2	Forschungsfragen	4
1.3	Vorgehensweise und Struktur der Arbeit	5
2	Stand des Wissens zum klima- und kulturangepassten Bauen	8
2.1	Klimaangepasstes Bauen	8
2.1.1	Definition	8
2.1.2	Metaanalyse der Literatur zum klimaangepassten Bauen	12
2.1.3	Klimaanalyse als Teil des klimaangepassten Bauens	15
2.1.4	Handlungsempfehlungen - Strategien und bauliche Methoden	16
2.1.5	Analyse traditioneller Bauweisen	19
2.1.6	Planungs- und Optimierungstools	22
2.1.7	Bewertungsmethoden	25
2.2	Kulturangepasstes Bauen	27
2.2.1	Definition	27
2.2.2	Metaanalyse der Literatur zum kulturangepassten Bauen	32
2.2.3	Handlungsempfehlungen	33
2.2.4	Bewertungsmethoden	37
2.3	Forschungslücke und Relevanz	41
3	Empirische Studie zum klima- und kulturangepassten Bauen	44
3.1	Interviewstudie zum klima- und kulturangepassten Bauen	44
3.1.1	Vorgehensweise und Aufbau der Interviewstudie	44
3.1.2	Ergebnisse der Interviewstudie	47
3.1.3	Repräsentativität der Ergebnisse	73
3.2	Schlussfolgerungen aus der empirischen Studie	74
4	Theoretische Grundlagen zum Ansatz der Bewertungsmethode	85
4.1	Anforderungen	85
4.2	Konzeptioneller Entwurf	88

4.3	Auswahl und Begründung integrierter Methoden	90
5	Bewertungsmethode zum klima- und kulturangepassten Bauen	103
5.1	Übersicht	103
5.2	Gebäudemodell als Input	104
5.3	Quantifizierung der Bewertungsindikatoren	105
5.3.1	Quantifizierung der Klimaperformanz	105
5.3.2	Quantifizierung der Kulturperformanz	110
5.3.3	Quantifizierung der Kontrollelemente der Nachhaltigkeit	114
5.4	Interpretation der Bewertungsergebnisse	119
6	Anwendung der Bewertungsmethode	121
6.1	Übersicht der Fallbeispiele	121
6.2	Untersuchung der Fallbeispiele	122
6.2.1	Fallbeispiel 1: München, Deutschland	123
6.2.2	Fallbeispiel 2: Vargo, Norwegen	129
6.2.3	Fallbeispiel 3: Phoenix, Arizona	136
6.2.4	Fallbeispiel 4: München und Hamburg, Deutschland	140
6.2.5	Fallbeispiel 5: Nairobi, Kenia	149
6.2.6	Fallbeispiel 6: Addis Abeba, Äthiopien	155
6.2.7	Fallbeispiel 7: Quito, Ecuador	159
6.2.8	Fallbeispiel 8: Bergen, Norwegen	165
6.2.9	Fallbeispiel 9: Havanna, Kuba	173
6.3	Erkenntnisse aus den Anwendungen in den Fallbeispielen	177
7	Evaluierung der Bewertungsmethode	182
7.1	Übersicht der durchgeführten Evaluierungen	182
7.2	Evaluation 1: Interviewstudie	185
7.3	Evaluation 2: Umfrage unter den Anwendern der Methode	199
7.4	Evaluation 3: Untersuchung der Methode zur Ermittlung der Kulturperformanz	215
7.5	Schlussfolgerungen aus den Evaluationen	222
8	Bewertung und Beitrag der Arbeit	225
8.1	Kritische Reflexion des Forschungsansatzes	225
8.1.1	Kritische Reflexion der Vorgehensweise	225
8.1.2	Kritische Reflexion der Ergebnisse	228

Inhaltsverzeichnis

8.2	Beitrag für Forschung und Industrie	232
9	Zusammenfassung und Ausblick	235
9.1	Zusammenfassung	235
9.2	Ausblick	238
	Literaturverzeichnis	241
	Anhangsverzeichnis	256

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Wohngebäude mit hölzerner Fensterverkleidung (Rushan) in Dschidda, Saudi-Arabien, 1927 (Maneval, 2019)	3
Abbildung 2 Wohngebäude mit einem Sichtschutz aus Eisenblechen in Dschidda, nach (Maneval, 2019).....	3
Abbildung 3 Struktur der Arbeit	7
Abbildung 4 Anzahl an Publikationen im klimaangepassten Bauen nach Jahrzehnt.....	12
Abbildung 5 Prozentualer Anteil der Themengebiete in Publikationen zum klimaangepassten Bauen	14
Abbildung 6 Übersicht der behandelten Themen in Publikationen im klimaangepassten Bauen	14
Abbildung 7 Strategien klimaangepassten Bauens nach (Gertis, 1977).....	16
Abbildung 8 Bioklimatisches Diagramm (engl. bioclimatic chart) nach (A. Olgay & Olgay, 1957)	17
Abbildung 9 Wärmeverlust eines Gebäudes in Prozent in unterschiedlicher Lage bezüglich der Topografie nach (Krusche, 1982)	18
Abbildung 10 Implementierte Methode in das Planungstool nach (Monterde et al., 2016).....	23
Abbildung 11 Strategien klimaangepassten Bauens auf Basis des psychosometrischen Diagramms	24
Abbildung 12 Visualisierung der auftretenden Strahlung auf der Oberfläche in kWh/m ² *Monat mittels Farbcodierung	24
Abbildung 13 Anzahl an Publikationen im kulturangepassten Bauen nach Jahrzehnt	33
Abbildung 14 Stand des Wissens im klima- und kulturangepassten Bauen mit Darstellung der Forschungslücken.....	43
Abbildung 15 Struktur des Leitfadens der Experteninterviews.....	46
Abbildung 16 Prinzip der qualitativen Inhaltsanalyse (Gläser & Laudel, 2010).....	47
Abbildung 17 Übersicht des Begriffsverständnisses <i>klimaangepasstes Bauen</i> der Experten	49
Abbildung 18 Übersicht des Begriffsverständnisses <i>kulturangepasstes Bauen</i> der Experten	51
Abbildung 19 Verteilung der Einschätzung der Rolle des klimaangepassten Bauens im Berufsalltag	51
Abbildung 20 Verteilung der Einschätzung der Rolle des kulturangepassten Bauens im Berufsalltag	52
Abbildung 21 Einschätzung der Einstellung zum klima- und kulturangepassten Bauen nach Berufsfeld.....	53
Abbildung 22 Einschätzung der Einflussmöglichkeiten im klima- und kulturangepassten Bauen nach Berufsfeld	54
Abbildung 23 Worthäufigkeit der von den Interviewpartnern genannten Herausforderungen im klima- und kulturangepassten Bauen	58
Abbildung 24 Herausforderungen des klima- und kulturangepassten Bauens nach Einschätzung der Experten	59

Abbildung 25	Worthäufigkeit der von den Interviewpartnern genannten Chancen im klima- und kulturangepassten Bauen	60
Abbildung 26	Chancen des klima- und kulturangepassten Bauens nach Einschätzung der Experten	61
Abbildung 27	Worthäufigkeit der von den Interviewpartnern genannten Strategien zur Begegnung der Herausforderungen im klima- und kulturangepassten Bauen	63
Abbildung 28	Quantifizier- und Bewertbarkeit des klima- und kulturangepassten Bauens nach Einschätzung der Experten.....	66
Abbildung 29	Worthäufigkeit der von den Interviewpartnern genannten Anforderungen an eine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode im klima- und kulturangepassten Bauen	68
Abbildung 30	Anforderungen an eine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode des klima- und kulturangepassten Bauens nach Einschätzung der Experten	69
Abbildung 31	Worthäufigkeit der von den Interviewpartnern genannten Kriterien für eine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode im klima- und kulturangepassten Bauen	70
Abbildung 32	Ausbildungshintergrund der befragten Experten in der Interviewstudie.....	73
Abbildung 33	Herkunft der Interviewpartner (Stainer, 2021).....	74
Abbildung 34	Übersicht der Herausforderungen, Chancen und Strategien im klima- und kulturangepassten Bauen unter Berücksichtigung der Häufigkeit ihrer Nennung in der Interviewstudie.....	79
Abbildung 35	Anforderungen an eine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode des klima- und kulturangepassten Bauens	82
Abbildung 36	Auf Basis der Interviewstudie identifizierte Forschungslücken im klima- und kulturangepassten Bauen	84
Abbildung 37	Berücksichtigung der Anforderungen an eine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode des klima- und kulturangepassten Bauens.....	87
Abbildung 38	Grundstruktur der neu zu entwickelnden Methode zur Quantifizierung und Bewertung des klima- und kulturangepassten Bauen unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit	88
Abbildung 39	Erweiterte Grundstruktur der neu zu entwickelnden Methode zur Quantifizierung und Bewertung des klima- und kulturangepassten Bauen unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit	90
Abbildung 40	Ausgearbeiteter Entwurf der neu zu entwickelnden Methode zur Quantifizierung und Bewertung des klima- und kulturangepassten Bauen unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit	102
Abbildung 41	Struktur der Gesamtbewertungsmethode der Klima- und Kulturanpassung.....	103
Abbildung 42	Schematischer Ablauf zur Ermittlung der Klimaperformanz.....	106
Abbildung 43	Bereich der empfohlenen operativen Raumtemperaturen mit X = aktuelle Außenlufttemperatur in °C und Y = operative Raumtemperatur in °C (DIN EN 15251:2012-12)	107

Abbildung 44 Graue Integralfläche der Übertemperaturgradstunden über 26°C im Zeitraum 3000 bis 3300 Stunden eines Jahres	108
Abbildung 45 Graue Integralfläche der Untertemperaturgradstunden unter 20°C im Zeitraum 4000 bis 4300 Stunden eines Jahres	109
Abbildung 46 Struktur der Methode zur Quantifizierung der Kulturperformanz	110
Abbildung 47 Kano Diagramm nach (Hölzing, 2008)	113
Abbildung 48 Klimaunangepasstes Gebäudemodell A (links) und klimaangepasstes Gebäudemodell B (rechts) am Standort München, Deutschland nach (Mayer & Jürgens, 2021)	124
Abbildung 49 Klimaunangepasstes Gebäudemodell A (links) und klimaangepasstes Gebäudemodell B (rechts) am Standort Vargo, Norwegen nach (Rosport, 2021)	131
Abbildung 50 Treibhausgasemissionen des Modells A im Vergleich zu anderen Mehrfamiliengebäuden in nordeuropäischen Ländern nach (Rosport, 2021)	134
Abbildung 51 Treibhausgasemissionen des Modells B im Vergleich zu anderen Mehrfamiliengebäuden in nordeuropäischen Ländern nach (Rosport, 2021)	134
Abbildung 52 Klimaunangepasstes und angepasstes Gebäudemodell A und B am Standort Phoenix in Atlanta nach (Paccagnel, 2021)	137
Abbildung 53 Visualisierung des untersuchten Gebäudemodells in Hamburg, Deutschland nach (Wandel Lorch Götze Wach GmbH, 2015)	141
Abbildung 54 Typische gestalterische Elemente der Architektur in der Maxvorstadt	143
Abbildung 55 Materialcollage zum Architekturschaulager in der Maxvorstadt (Zöls, 2015)	143
Abbildung 56 Historische gestalterische Elemente der Architektur in der Hafencity Hamburgs (Reimers, 2021)	144
Abbildung 57 Gebäudemodell in Nairobi, Kenia nach (Berger et al., 2021)	150
Abbildung 58 Gebäudemodell in Addis Abeba, Äthiopien nach (Schulte & Glantschnig, 2021)	156
Abbildung 59 Gebäudemodell in Quito, Ecuador nach (Gester et al., 2021)	160
Abbildung 60 Auswertung der Analyse von Ausstattung und Infrastruktur von Immobilien in Quito in Immobilienanzeigen nach (Gester et al., 2021)	162
Abbildung 61 Gebäudemodell in Bergen, Norwegen nach (Wieser et al., 2021)	166
Abbildung 62 Anteile der Treibhausgasemissionen nach Lebenszyklusphase nach (Wieser et al., 2021)	170
Abbildung 63 Stoffströme des Gebäudes in Bergen, Norwegen dargestellt im Skankey Diagramm nach (Wieser et al., 2021)	171
Abbildung 64 Einstufung des Treibhauspotenzials im Vergleich zu durchschnittlichen norwegischen (links) und internationalen (rechts) Werten nach (One Click LCA, 2021a; Wieser et al., 2021)	171
Abbildung 65 Gebäudemodell in Havanna, Kuba nach (Ali & Lichtenwald, 2021)	174
Abbildung 66 Grafische Darstellung der Erkenntnisse aus der Anwendung in den Fallstudien	181
Abbildung 67 Verortung der unterschiedlichen Evaluationen im Prozess des Forschungsansatzes	183

Abbildung 68	Worthäufigkeit der von den Interviewpartnern genannten Gesichtspunkte zur ersten Einschätzung des Ansatzes.....	187
Abbildung 69	Quantitative Auswertung der Einschätzungen der Experten zur Anwendbarkeit der Methode.....	187
Abbildung 70	Worthäufigkeit der von den Interviewpartnern genannten Schwächen des Ansatzes	190
Abbildung 71	Worthäufigkeit der von den Interviewpartnern genannten Stärken des Ansatzes	191
Abbildung 72	Darstellung der von den Interviewpartnern genannten Verbesserungsvorschlägen des Ansatzes	193
Abbildung 73	Anwendungsevaluation und Erfolgseinschätzung der entwickelten Methode durch die Experten auf Basis von quantitativen Fragen	196
Abbildung 74	Anwendungsevaluation und Erfolgsbewertung des Methodenteils der Klimaperformanz auf Basis von Umfragen unter Anwendern des Methodenteils.....	201
Abbildung 75	Ergebnis der Befragung zur Anwendbarkeit des Methodenteils zur Ermittlung der Klimaperformanz.....	202
Abbildung 76	Bewertung des allgemeinen Eindrucks zur Teilmethode der Klimaanpassung	203
Abbildung 77	Anwendungsevaluation und Erfolgsbewertung des Methodenteils der Kulturperformanz auf Basis von Umfragen unter Anwendern des Methodenteils	204
Abbildung 78	Ergebnis der Befragung zur Anwendbarkeit des Methodenteils zur Ermittlung der Kulturperformanz	205
Abbildung 79	Bewertung der Datengrundlage für die Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Kulturanpassung.....	205
Abbildung 80	Bewertung des allgemeinen Eindrucks zur Teilmethode der Kulturanpassung	206
Abbildung 81	Anwendungsevaluation und Erfolgsbewertung des Methodenteils der Ökologie und Ökonomie auf Basis von Umfragen unter Anwendern des Methodenteils	207
Abbildung 82	Bewertung der Anwendbarkeit der Teilmethode zur Bestimmung der ökologischen Säule der Nachhaltigkeit.....	208
Abbildung 83	Bewertung der Anwendbarkeit der Teilmethode zur Bestimmung der ökonomischen Säule der Nachhaltigkeit.....	209
Abbildung 84	Bewertung der Datengrundlage an bearbeiteten Standort bezüglich der Ökobilanzierung.....	209
Abbildung 85	Bewertung der Datengrundlage der Lebenszykluskosten am untersuchten Standort	210
Abbildung 86	Bewertung des allgemeinen Eindrucks der Teilmethode zur Quantifizierung und Bewertung der Ökologie und Ökonomie des Gebäudes	211

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Übersicht der untersuchten Veröffentlichungen zur Analyse traditioneller Bauweise in Hinblick auf das Forschungsziel und die Methode.....	20
Tabelle 2 Forschungsziele der Studien zu nachhaltigen Aspekten traditioneller Architektur nach (Nguyen et al., 2019)	21
Tabelle 3 Abgleich der identifizierten Forschungsziele der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Metastudie mit der Metastudie nach (Nguyen et al., 2019)	22
Tabelle 4 Gruppen der Qualitäten der Baukultur nach (Weeber et al., 2005).....	29
Tabelle 5 Auszug aus dem Formate-Baukasten zur Förderung von Baukulturinitiativen und Baukultur nach (Georg et al., 2018).....	35
Tabelle 6 Exemplarische Instrumente nach Kategorien des Werkzeugkastens der Qualitätssicherung der Baukultur nach (Bundesministerium für Verkehr Bau und Stadtentwicklung, 2012).....	36
Tabelle 7 Bewertungskriterien der Baukultur und Lebensqualität nach (Blumberga et al., 2019)	37
Tabelle 8 Bewertungskriterien und Schlüsselfragen des Davos-Qualitätssystems für Baukultur nach (Amréus et al., 2021).....	38
Tabelle 9 Bewertungskriterien des Systems DGNB Diamant nach (DGNB e.V.)	39
Tabelle 10 Berücksichtigung der Aspekte der Baukultur nach Definition aus Kapitel 2.2.1 in den Bewertungssystemen zum kulturangepassten Bauen	40
Tabelle 11 Anzahl an Interviewpartnern nach Berufsfeld.....	45
Tabelle 12 Genannte Beispiele klima- und kulturangepasster Bauten	72
Tabelle 13 Übereinstimmungen und Unterschiede der Begriffsdefinition des klimaangepassten Bauens aus Theorie und Praxis.....	75
Tabelle 14 Übereinstimmungen und Unterschiede der Begriffsdefinition des kulturangepassten Bauens aus Theorie und Praxis.....	76
Tabelle 15 Übersicht unterschiedlicher Methoden zur Datenerhebung aus der Produktentwicklung und Sozialforschung nach (Dangschat, 2014; Lindemann, 2009)	93
Tabelle 16 Methoden zur Ermittlung einer Rangfolge in der Produktentwicklung nach (Lindemann, 2009).....	94
Tabelle 17 Methoden zur Bewertung der Ausprägung der Bewertungskriterien in der Produktentwicklung nach (Lindemann, 2009).....	95
Tabelle 18 Vergleich der unterschiedlichen Methoden zur Quantifizierung und Bewertung der lufthygienischen Behaglichkeit.....	99
Tabelle 19 Exemplarischer Auszug der Checkliste der Baukultur	111
Tabelle 20 Beispiel eines paarweisen Vergleichs baukulturell relevanter Aspekte.....	112
Tabelle 21 Exemplarische Bestimmung der Ausprägung des baukulturellen Kriteriums Flexibilität.....	114
Tabelle 22 Kontrollelemente der Nachhaltigkeit.....	115

Tabelle 23 Expectancy Factors e für nicht klimatisierte Gebäude in warmen Klimazonen nach (Fanger & Toftum, 2002).....	116
Tabelle 24 Lebenszyklusphasen eines Gebäudes nach (DIN EN 15804:2020-03).....	117
Tabelle 25 Übersicht zu den Anwendungsbeispielen der Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit mit Informationen aus (DIN EN ISO 3166-1, 2020; Köppen & Geiger, 1939; UNDP, 2020).....	122
Tabelle 26 Einzelpermanzen repräsentativer Büroräume am Standort München nach dem Komfortbereich der DIN 16798-1 und dem Ashrae Standard 55.....	126
Tabelle 27 Graue Energie der Lebenszyklusphasen der Gebäudemodelle A und B nach (Mayer & Jürgens, 2021).....	127
Tabelle 28 Lebenszykluskosten für die Bürogebäudemodelle A und B am Standort München nach (Franze, 2021)	128
Tabelle 29 Lebenszykluskosten der Bürogebäudemodelle am Standort München im Verhältnis zur Bruttogesamtfläche, zum Bruttorauminhalt, den Nutzern und der Nutzungsfläche nach (Franze, 2021)	128
Tabelle 30 Bewertungsgrößen der Bürogebäudemodelle am Standort München, Deutschland nach (Franze, 2021; Mayer & Jürgens, 2021)	128
Tabelle 31 Primärenergiebedarf und Treibhausgas der Lebenszyklusphasen der Gebäudemodelle A und B in Vargo, Norwegen nach (Rosport, 2021)	133
Tabelle 32 Lebenszykluskosten für die Gebäudemodelle A und B am Standort Vardo, Norwegen nach (Franze, 2021).....	134
Tabelle 33 Lebenszykluskosten im Verhältnis zur Bruttogesamtfläche, zum Bruttorauminhalt, den Nutzern und der Nutzungsfläche nach (Franze, 2021).....	135
Tabelle 34 Bewertungsgrößen der Wohngebäudemodelle A und B am Standort Vargo, Norwegen nach (Franze, 2021; Rosport, 2021).....	135
Tabelle 35 Primärenergiebedarf und Treibhausgas der Lebenszyklusphasen der Gebäudemodelle A und B in Phoenix, USA nach (Paccagnel, 2021).....	139
Tabelle 36 Bewertungsgrößen der Wohngebäudemodelle A und B am Standort Phoenix, USA nach (Paccagnel, 2021).....	140
Tabelle 37 Rangliste der Kriterien aus den paarweisen Vergleichen nach (Reimers, 2021).....	147
Tabelle 38 Primärenergiebedarf und Treibhausgas der Lebenszyklusphasen des Gebäudemodells in Nairobi, Kenia nach Berger et al. (2021).....	153
Tabelle 39 Bewertungsgrößen des Wohngebäudemodells am Standort Nairobi, Kenia nach (Berger et al., 2021).....	153
Tabelle 40 Primärenergiebedarf und Treibhausgas der Lebenszyklusphasen des Gebäudemodells in Addis Abeba, Äthiopien nach (Schulte & Glantschnig, 2021)	158
Tabelle 41 Bewertungsgrößen des Wohngebäudemodells am Standort Addis Abeba, Äthiopien nach (Schulte & Glantschnig, 2021)	158

Tabelle 42 Primärenergiebedarf und Treibhausgas der Lebenszyklusphasen des Gebäudemodells in Quito, Ecuador nach Gester et al. (2021)	164
Tabelle 43 Daten der Bewertungsgrößen des Wohngebäudemodells am Standort Quito, Ecuador nach (Gester et al., 2021)	164
Tabelle 44 Treibhauspotenzial und Klimakosten der Lebenszyklusphasen des Gebäudemodells in Bergen, Norwegen nach Wieser et al. (2021).....	170
Tabelle 45 Lebenszykluskosten des Gebäudes in Bergen, Norwegen nach (Wieser et al., 2021).....	172
Tabelle 46 Daten der Bewertungsgrößen des Wohngebäudemodells am Standort Bergen, Norwegen nach (Wieser et al., 2021)	172
Tabelle 47 Treibhauspotenzial und Klimakosten der Lebenszyklusphasen des Gebäudemodells in Havanna, Kuba nach (Ali & Lichtenwald, 2021)	176
Tabelle 48 Daten der Bewertungsgrößen des Wohngebäudemodells am Standort Havanna, Kuba nach (Ali & Lichtenwald, 2021)	176
Tabelle 49 Methoden zur Anwendungsevaluation und Erfolgseinschätzung	184
Tabelle 50 Gegenüberstellung der von den Experten genannten Schwächen, Stärken und Verbesserungsvorschläge zum entwickelten Ansatz.....	194
Tabelle 51 Chancen und Herausforderungen der entwickelten Methode zu Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung	196
Tabelle 52 Übersicht der Anwendungsevaluation und Erfolgseinschätzung auf Basis der Interviewstudie	198
Tabelle 53 Zusammenfassung der Anwendungsevaluation und Erfolgseinschätzung auf Basis durchgeführter Umfragen unter Anwendern der Methode	214
Tabelle 54 Einschätzung des Aufwands in den unterschiedlichen Phasen der Methode zur Ermittlung der Kulturperformanz	216
Tabelle 55 Übersicht der allgemeinen Einschätzung der Methode hinsichtlich unterschiedlicher Aspekte	218
Tabelle 56 Übersicht der Bewertung der Methode anhand eines Vergleichs mit der Methode DGNB Diamant (DGNB e.V.) und dem Qualitätssystem von Davos (Amréus et al., 2021).....	221
Tabelle 57 Übersicht der Evaluationen des entwickelten Ansatzes zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit.....	224
Tabelle 58 Stärken, Schwächen, Chancen und Herausforderungen des entwickelten Ansatzes.....	231
Tabelle 59 Übersicht des Beitrags der Arbeit für die Wissenschaft und Praxis	234

Was wir heute tun, entscheidet darüber, wie die Welt morgen aussieht.

Marie von Ebner-Eschenbach

1 Einleitung

Ein Campus aus 70 cm dicken Lehmwänden (Haas & Mayer, 2020), ein Schulgebäude mit schwebender Verschattungskonstruktion (Kéré, 2012) oder ein Bürogebäude, das weder Heizung noch Lüftung oder Kühlung benötigt (Eberle et al., 2016) sind Beispiele für klima- und kulturangepasste Architektur des 21. Jahrhunderts. Die Berücksichtigung von Einflüssen aus der jeweiligen Kultur sowie dem lokalen Klima ermöglicht eine Steigerung der Akzeptanz und Behaglichkeit der Nutzer sowie eine Reduktion des Energiebedarfs im Betrieb. Planern stehen unterschiedliche Werkzeuge zur Unterstützung des klima- und kulturangepassten Entwerfens zur Verfügung. Jedoch fehlt ein Instrument zur Bewertung der Klima- und Kulturanpassung. Eine Bewertung und somit eine Einordnung sind relevant, um das Verbesserungspotenzial eines Entwurfes aufzuzeigen. In der vorliegenden Arbeit wird durch die Entwicklung einer Bewertungsmethode des klima- und kulturangepassten Bauens diese Lücke geschlossen. Dazu wird im nachfolgenden Kapitel zunächst auf den thematischen Hintergrund sowie die Chancen und Herausforderungen im klima- und kulturangepassten Bauen eingegangen. Anschließend wird das damit verbundene Forschungsziel abgeleitet und die Forschungsart benannt. Abschließend werden die Vorgehensweise und der Aufbau der Arbeit vorgestellt.

1.1 Thematischer Hintergrund und Problemstellung

Die Skylines großer Städte weltweit sind heute optisch schwer zu unterscheiden. Durch neue Technologien und die Globalisierung im Bauwesen hat sich ein einheitlicher Architekturstil verbreitet. Die Gebäude im sogenannten „International Style“ lassen dabei meist klimatische und kulturelle Anforderungen unberücksichtigt. Dank aufwendiger technischer Gebäudeausrüstung soll ein angenehmes Innenraumklima garantiert werden, unabhängig von klimatischen Einflüssen. Wirkt jedoch z. B. vorrangig die Klimaanlage anstatt der Bausubstanz den hohen Außenlufttemperaturen entgegen, führt dies zu einem erhöhten Energiebedarf. Der Klimawandel und seine Folgen fordern hingegen eine Einsparung von Energie und CO₂. Bereits heute lassen sich zahlreiche Auswirkungen des anthropogenen Klimawandels beobachten. Gletscher schmelzen, der Meeresspiegel steigt mit wachsender Geschwindigkeit und Extremwetterereignisse nehmen zu. Mit Voranschreiten des Klimawandels verschärfen sich die negativen Auswirkungen. Millionen von Menschen droht Wassermangel, Küstenorte müssen umgesiedelt werden, Tier- und Pflanzenarten sterben aus und Ernteaufschläge führen zu Armut und Hungersnot. (Alley et al., 2005; IPCC, 2014a, 2022; Rahmstorf & Schellnhuber, 2018; Thomas et al., 2004) Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) (2018) schätzt 250.000 zusätzliche Todesfälle pro Jahr aufgrund des Klimawandels zwischen 2030 und 2050. Der globale CO₂-Ausstoß muss auf ein Minimum reduziert werden. Die CO₂-Emissionen aus dem Gebäudebetrieb 2019 erzielen mit 10 GtCO₂ jedoch ihr bisheriges Maximum. Das entspricht ca. 28% der gesamten globalen energiebedingten CO₂-Emissionen. Unter Berücksichtigung der Emissionen aus der Bauindustrie steigt der Anteil auf 38% der gesamten globalen energiebedingten CO₂-Emissionen. (United Nation Environment Programme, 2020)

Der Baubranche kommt somit eine Schlüsselfunktion bei der Eindämmung des Klimawandels zu. Strategien zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes sind unter anderem die Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden und der vermehrte Einsatz erneuerbarer Energien. (BMW, 2015; Europäische Kommission, 2019) Zunehmend entsteht ein Diskurs über den angemessenen Einsatz technischer Systeme zur Erreichung eines CO₂-neutralen Gebäudebestands (Auer & Franke, 2019). Um sich einem energetisch nachhaltigen Gebäudebestand anzunähern, werden nicht intelligente Gebäude, sondern vorrangig konstruktive Maßnahmen als Lösung angesehen (Bund Deutscher Architekten (BDA), 2019). Das IPCC (2014) nennt als einen der wesentlichen sechs Planungsschritte von Gebäuden mit niedrigem Energiebedarf die Maximierung passiver Eigenschaften hinsichtlich Heizung, Kühlung, Belüftung und Tageslicht.

Ein passives Design ist das Grundkonzept des klimaangepassten Bauens. Durch vorrangig bauliche Maßnahmen soll das Gebäude an das lokale Außenklima angepasst werden, um ein angenehmes Innenraumklima zu ermöglichen. Beispielsweise soll zuerst die Konstruktion der Außenwand den Innenraum vor hohen Außenlufttemperaturen schützen, bevor die Klimaanlage zum Einsatz kommt. Da der größte Anteil des Energiebedarfs im Gebäudebetrieb (68,5%) für das Heizen und Kühlen der Innenräume beansprucht wird, sollte der Fokus insbesondere auf dem konstruktiven, sommerlichen und winterlichen Wärmeschutz gelegt werden (Umweltbundesamt, 2020). Das klimaangepasste Bauen ermöglicht so eine Reduktion des Energiebedarfs und eine Steigerung der Behaglichkeit der Nutzer. (Alrashed et al., 2017; Schelbach, 2014; Zhai & Previtali, 2010). Wie Mayer und Jürgens (2021) am Beispiel eines Bürogebäudes zeigen konnten, weisen klimaangepasste Gebäude zudem einen geringen Anteil an grauer Energie auf als klimaunangepasste. Die Relevanz der grauen Energie zur energetischen Bewertung im Planungsprozess wird laut dem Bund Deutscher Architekten (BDA) (2019) steigen.

Um Planer dabei zu unterstützen, durch klimaangepasstes Bauen den Energiebedarf von Gebäuden zu reduzieren, stehen ihnen unterschiedliche Werkzeuge zur Verfügung. Ab den 1950er-Jahren veröffentlichten Architekten und Ingenieure Grundprinzipien des klimaangepassten Entwerfens (Ayoub, 1959; Gertis, 1983; Hausladen et al., 2003). Oftmals wurde vernakuläre Architektur analysiert und deren Strategien übertragen, welche sich über Jahrhunderte ohne technische Gebäudeausrüstung entwickelten (Bodach et al., 2014; Ganem et al., 2006; IPCC, 2014a; Oliver, 1997; Schelbach, 2014; Srivastav & Jones, 2009). Im Zuge der Digitalisierung entstanden ab ca. 1970 unterschiedliche Softwareprodukte, welche beim klimaangepassten Entwurf unterstützen (Liedl, 2013; University of California, 1976). Parallel wuchsen die Möglichkeiten in der Gebäudesimulation. Prognosen für Energieverbräuche und das zu erwartende Innenraumklima verbessern sich laufend. Durch die zunehmende Relevanz der Nachhaltigkeit im Bauwesen entstanden in diesem Bereich unterschiedliche Zertifizierungssysteme. Diese ermöglichen eine Bewertung des nachhaltigen Bauens. (Ebert et al., 2010) Das klimaangepasste Bauen wird in den Systemen jedoch unzureichend berücksichtigt (Czechura, 2021). Eine einheitliche Bewertungsmethodik für das klimaangepasste Bauen existiert derzeit noch nicht.

Neben den klimatischen Anforderungen vernachlässigt die globale Einheitsarchitektur häufig Ansprüche aus der Kultur. Das Drachenloch in Thailand, um dem Drachen eine freie Flugbahn zu ermöglichen, Feng-Shui in Japan oder ein Sichtschutz für mehr Privatsphäre in Saudi-Arabien sind Beispiele für kulturspezifische Anforderungen an Gebäude. Die Folgen der Vernachlässigung kultureller Aspekte sind eine

verminderte Behaglichkeit bis hin zu Vandalismus und Leerstand. Beispiele hierfür sind in architekturpsychologischen und -soziologischen Untersuchungen zu finden (Bär, 2008; Delitz, 2009; Flade, 2008; Maneval, 2019). Zudem führen kulturunangepasste Bauweisen zu einem Verlust auf baukultureller Ebene und zu einem Eingriff in kulturspezifische Lebensformen. Dies kann an dem bereits genannten Beispiel des Sichtschutzes verdeutlicht werden. In Dschidda in Saudi-Arabien hat die Privatsphäre einen sehr hohen kulturellen Stellenwert. Dort sind deshalb, wie in Abbildung 1 zu sehen, Fenster traditioneller Gebäude durch hölzerne Schnitzereien (Rushan) verkleidet. Dem Bewohner ist es möglich hinauszublicken, ohne dass jemand hineinsehen kann. In modernen Gebäuden wird dieser baukulturelle Aspekt oftmals nicht berücksichtigt. Dauerhaft installierte Eisenbleche (Abbildung 2) oder hohe Mauern kompensieren deshalb den fehlenden Sichtschutz. Die daraus resultierende Reduktion an Tageslicht- und Frischlufteintrag muss durch künstliche Beleuchtung und Belüftung über die Klimaanlage ausgeglichen werden. Der Energiebedarf im Betrieb steigt und die Behaglichkeit der Nutzer ist durch mangelnde Tageslichtversorgung reduziert. Die fehlende Sichtverbindung nach außen stört den zirkadianen Rhythmus der Gebäudenutzer und beeinflusst somit negativ deren Gesundheit (Boyce, 2014, 2021; Duffy & Wright Jr, 2005). Für die Bewohner ändert sich zudem das Alltagsleben. In den traditionellen Gebäuden gewährleisteten die hölzernen Fensterverkleidungen eine Teilnahme am öffentlichen Geschehen von zu Hause aus, da dem Bewohner die geschützte Sicht auf den öffentlichen Raum ermöglicht wird. Mauern und Eisenbleche vor den kulturunangepassten Gebäuden trennen das gesellschaftliche und private Leben durch die fehlende Sichtverbindung strikt. (Maneval, 2019)



Abbildung 1 Wohngebäude mit hölzerner Fensterverkleidung (Rushan) in Dschidda, Saudi-Arabien, 1927 (Maneval, 2019)



Abbildung 2 Wohngebäude mit einem Sichtschutz aus Eisenblechen in Dschidda, nach (Maneval, 2019)

Beispiele wie dieses verdeutlichen die Relevanz des kulturangepassten Bauens. Die Baukultur beeinflusst die Gesundheit, Ortsverbundenheit und Identifikation mit dem Umfeld. Zufriedenheit mit der gebauten Umwelt steigert die Bereitschaft zur Instandhaltung und Pflege. Kulturelles Bauen führt somit unter anderem zu wirtschaftlichem Mehrwert. (Bundesstiftung Baukultur, 2015; Europäische Kulturminister, 2018)

Bürgerbefragungen, Gestaltungskommissionen und -handbücher sowie Expertengremien in Architekturwettbewerben sollen Planer beim kulturangepassten Entwerfen unterstützen. Konkrete Handlungsempfehlungen zum kulturangepassten Bauen wie die Gestaltungshandbücher gibt es jedoch kaum. Des Weiteren werden hier häufig nur ästhetische Aspekte betrachtet. Eine Bewertung der Baukultur erfolgt meist durch Expertengremien. Einheitliche Bewertungsindikatoren konnten in der Literatur jedoch nicht identifiziert werden. Im Vergleich zum Klimaangepassten ist das kulturangepasste Planen weniger systematisiert. Das vorherrschende Klima ist messbar, die Baukultur nicht. Den Messgrößen des Klimas stehen weiche Faktoren der regionalen Kultur entgegen. Insgesamt gibt es für Planer wenig Unterstützung im kulturangepassten Entwerfen. Analog zum klimaangepassten Bauen findet das kulturangepasste Bauen ebenfalls kaum Berücksichtigung in den Zertifizierungssystemen des nachhaltigen Bauens (Czechura, 2021). Eine Bewertungsmethode des kulturangepassten Bauens fehlt auch hier.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass eine klima- und kulturangepasste Bauweise die Behaglichkeit der Nutzer steigert und neben der grauen Energie den Energiebedarf im Betrieb reduziert. In Hinblick auf die notwendigen CO₂-Einsparungen, welche der Klimawandel fordert, und den hohen Anforderungen an die Behaglichkeit liefert das klima- und kulturangepasste Bauen Lösungen für einen nachhaltigen und zukunftsfähigen Gebäudebestand. Planer werden teilweise im klima- und kulturangepassten Entwerfen unterstützt. Eine einheitliche Bewertungsmethode der Klima- und Kulturanpassung von Gebäuden fehlt jedoch. Eine Bewertung und somit Einordnung ist für das Erkennen von Verbesserungspotenzialen von hoher Relevanz.

1.2 Forschungsfragen

Die Beschreibung der Ausgangssituation und der Problemstellung skizziert die Chancen und Herausforderungen, mit denen Akteure des klima- und kulturangepassten Bauens konfrontiert sind. Die Intention dieser Arbeit ist, eine ganzheitliche Bewertungsmethode der Klima- und Kulturanpassung zu entwickeln. Nachfolgende Forschungsfragen werden dafür beantwortet:

- Wie kann das klimaangepasste Bauen mittels der neu entwickelten Größe Klimaperformanz bewertet werden?
- Wie kann das kulturangepasste Bauen mittels der neu entwickelten Größe Kulturperformanz bewertet werden?
- Wie kann die Klimaperformanz von Gebäuden quantifiziert werden?
- Wie kann die Kulturperformanz von Gebäuden quantifiziert werden?

Die Beantwortung der Forschungsfragen schließt die Forschungslücke einer fehlenden Bewertungsmethode im klima- und kulturangepassten Bauen. Die Bewertung ermöglicht eine Einordnung des Entwurfs und zeigt das Verbesserungspotenzial auf. Planer werden bei der Aufgabe unterstützt, einen klimaneutralen, behaglichen Gebäudebestand durch klima- und kulturangepasstes Bauen zu erreichen. Des Weiteren wird die Klima- und Kulturanpassung mittels der neuen Größen Klima- und Kulturperformanz greifbar gemacht. Die Bewertungsmethode schafft ein Bewusstsein für die Klima- und Kulturanpassung von Gebäuden und rückt die Thematik mehr in den Vordergrund. Politisch kann mittels einer Bewertungsmethode, ähnlich wie im nachhaltigen Bauen das klima- und kulturangepasste Bauen stärker gefördert und unterstützt werden.

Nach Balzert (2008) handelt es sich bei der Arbeit um eine explorative sowie konstruktive Forschungsart.

1.3 Vorgehensweise und Struktur der Arbeit

Der Forschungsansatz folgt der Struktur der Design Research Methodology (DRM) nach Blessing und Chakrabati (2009). Die DRM unterstützt bei der systematischen Planung von Forschung und der Auswahl geeigneter Forschungsmethoden. Auch wenn die DRM primär als Rahmen für die Durchführung von Designforschung gedacht ist, kann diese Methode sinnvoll für Forschungsvorhaben anderer Disziplinen verwendet werden. Die DRM besteht aus vier Schritten: Klärung des Forschungsziels (RC, Research Clarification), erste Deskriptive Studie (DS I), Präskriptive Studie (PS) und zweite Deskriptive Studie (DS II). Im ersten Schritt, der Klärung des Forschungsziels (RC), wird auf Basis einer Literaturrecherche der notwendige Forschungsbedarf und somit das Forschungsziel identifiziert. Die Deskriptive Studie I (DS I) untersucht den aktuellen Stand des Wissens mittels Analysen von Literatur und empirischer Daten, um die Problemstellung und das Forschungsziel zu konkretisieren. In der Phase der Präskriptiven Studie (PS) wird auf Grundlage des erweiterten Verständnisses der Situation der Lösungsansatz für das formulierte Ziel entwickelt. Die Phase der zweiten Deskriptiven Studie (DS II) bewertet den entwickelten Lösungsansatz. Je nach Forschungsvorhaben werden die vier Schritte teilweise mehrmals und in unterschiedlicher Reihenfolge durchlaufen. Die DRM unterscheidet zwischen 7 Typen von Forschungsprojekten. Die vorliegende Arbeit ist dem Typ 5 zuzuordnen: Entwicklung eines Lösungsansatzes auf Grundlage einer umfassenden Untersuchung der bestehenden Situation. (Blessing & Chakrabarti, 2009)

Der Aufbau der Arbeit gliedert sich in neun Kapiteln. Abbildung 3 gibt einen Überblick über die Struktur und veranschaulicht die Verbindung zwischen den Kapiteln und den Phasen der DRM.

Nachdem der thematische Hintergrund und die Problemstellung beschrieben wurden, um das Forschungsziel zu klären (RC), skizziert nachfolgendes Kapitel 2 den Stand des Wissens sowie den Forschungsbedarf im klima- und kulturangepassten Bauen. Auf Basis einer systematischen Literaturrecherche werden in Abschnitt 2.1 und 2.2 die Definitionen und Grundlagen des klima- und kulturangepassten Bauens erläutert. Die derzeit existierenden Methoden zur Klima- und Kulturanalyse eines Standortes sowie zur Unterstützung des klima- und kulturangepassten Entwerfens werden hier vorgestellt. Der Forschungsbedarf und die Forschungslücke einer fehlenden Bewertungsmethode im klima- und kulturangepassten Bauen werden in Kapitel 2.3 aufgezeigt und bilden den ersten Teil der Deskriptiven Studie I. In Kapitel 3 wird eine

empirische Studie zum klima- und kulturangepassten Bauen vorgestellt. Kapitel 3.1 und 3.2 diskutieren die Durchführung und Ergebnisse einer Interviewstudie, welche sich mit der Relevanz sowie den Chancen und Herausforderungen im klima- und kulturangepassten Bauen und einer zugehörigen Bewertungsmethode befasst. In diesem zweiten Schritt der DRM, der Deskriptiven Studie I (DS I), werden die Problemstellung und die Anforderungen an eine Bewertungsmethode konkretisiert.

In Kapitel 4 werden als Teil der Präskriptiven Phase (PS) die theoretischen Grundlagen zum Lösungsansatz abgeleitet. Kapitel 4.1 fasst die Anforderungen zusammen. In Abschnitt 4.2 wird der konzeptionelle Entwurf erarbeitet. Kapitel 4.3 stellt die Methoden vor, welche in die Bewertungsmethode integriert werden. Im Kapitel 5 wird der Lösungsansatz, die Bewertungsmethode des klima- und kulturangepassten Bauens vorgestellt. Kapitel 5.1 gibt zunächst einen Überblick über die Methode. Anforderungen an die notwendigen Inputgrößen werden in Kapitel 5.2 erläutert. Anschließend werden in Kapitel 5.3 die Quantifizierungen und die jeweils integrierten Methoden beschrieben. Den Abschluss bildet in Kapitel 5.4 die Interpretation der Ergebnisse.

Die Anwendung der Methode ist Gegenstand von Kapitel 6. Eine Übersicht der Anwendungsbeispiele gibt Kapitel 6.1. Das darauffolgende Kapitel 6.2 stellt die Fallbeispiele vor und beschäftigt sich mit den Ergebnissen der Anwendungsfälle. In Kapitel 6.3 erfolgt als Abschluss der Präskriptiven Phase (PS) eine Zusammenfassung der Erkenntnisse aus der Anwendung.

In Kapitel 7 der zweiten Deskriptiven Studie (DS II) erfolgt die Evaluation der Bewertungsmethode. Kapitel 7.1 gibt einen Überblick zu den Evaluierungskonzepten sowie den Evaluierungsfällen. Kapitel 7.2 beschreibt die Vorgehensweise und Ergebnisse der Evaluierung aus der Interviewstudie. In Kapitel 7.3 wird eine Umfrage unter Anwender der Methode vorgestellt. Kapitel 7.4 evaluiert die Methode mittels einer Studienarbeit. In Kapitel 7.5 sind die Schlussfolgerungen dargelegt. Kapitel 8 reflektiert den Lösungsansatz sowie dessen Beitrag. Kapitel 8.1 diskutiert den Forschungsansatz und die Forschungsergebnisse. Der Beitrag, den diese Arbeit für die Forschung und Industrie leistet, wird in Kapitel 8.2 erläutert.

Kapitel 9 fasst die Gesamtergebnisse in 9.1 zusammen und skizziert in 9.2 mögliche Themen für künftige Forschungsvorhaben.



RC = Klärung des Forschungsziels (Research Clarification)
DS I = Deskriptive Studie I
PS = Präskriptive Studie
DS II = Deskriptive Studie II

Abbildung 3 Struktur der Arbeit

2 Stand des Wissens zum klima- und kulturangepassten Bauen

Dieses zweite Kapitel führt in die theoretischen Grundlagen der Arbeit ein, beschreibt den aktuellen Stand des Wissens und die sich daraus ergebende Forschungslücke. In Kapitel 2.1 wird zunächst das klimaangepasste Bauen thematisiert. Kapitel 2.1.1 definiert dazu den Begriff klimaangepasstes Bauen. In Kapitel 2.1.2 wird eine im Rahmen der Arbeit durchgeführte Metaanalyse der Literatur zum klimaangepassten Bauen vorgestellt. Die Kapitel 2.1.3 bis 2.1.6 behandeln die Bestandteile und Werkzeuge des klimaangepassten Bauens. Das Fehlen einer Bewertungsmethode wird in Kapitel 2.1.7 dargelegt. Kapitel 2.2 beschäftigt sich anschließend mit dem kulturangepassten Bauen. Kapitel 2.2.1 definiert den Begriff kulturangepasstes Bauen. In Kapitel 2.2.2 wird eine im Rahmen der Arbeit durchgeführte Metaanalyse zum Stand des Wissens dargelegt. Kapitel 2.2.3 stellt die Handlungsempfehlungen im kulturangepassten Bauen vor. In Kapitel 2.2.4 wird das Fehlen einer Bewertungsmethode aufgezeigt. Kapitel 2.3 fasst die Ergebnisse der vorangegangenen Abschnitte zusammen und zeigt die Forschungslücke auf.

2.1 Klimaangepasstes Bauen

In der Einleitung wurde auf die Relevanz des klimaangepassten Bauens eingegangen. Ziel ist aufzuzeigen, was darunter verstanden wird und welche Werkzeuge Fachplaner, Architekten und Ingenieure im klimaangepassten Bauen unterstützen.

2.1.1 Definition

Für das klimaangepasste Bauen findet man eine Vielzahl an Erläuterungen und Begrifflichkeiten in der Literatur. Auf Basis der nachfolgend aufgeführten Definitionen wird abgeleitet, was in dieser Arbeit unter klimaangepasstem Bauen verstanden wird. Zu Beginn wird darauf hingewiesen, dass im klimaangepassten Bauen der Begriff *Bauen* oft stellvertretend für den Begriff *Planen* verwendet wird. Klimaangepasstes Bauen kann jedoch auch so verstanden werden, dass der Ausführungsprozess eines Baus an das vorherrschende Klima angepasst ist. Ein Beispiel hierfür ist, dass ein Dach idealerweise nicht unter starken Niederschlägen (Monsunzeit) eingedeckt wird. Diese Arbeit fokussiert sich auf das klimaangepasste Planen. Um den Lesefluss zu erleichtern, wird ebenfalls der gebräuchliche Terminus *Bauen* synonym zum Begriff *Planen* verwendet.

In einer Vielzahl an Literatur wird der Begriff *klimagerechtes* anstelle des Begriffs *klimaangepasstes Bauen* verwendet. Die Definition des Begriffs *Klimagerechtigkeit* kann zu Fehlinterpretation bezüglich des Begriffs *klimagerechtes Bauen* führen. *Klimagerechtigkeit* bedeutet, einen gerechten Umgang mit den Ursachen, Folgen und Kosten des anthropogenen Klimawandels anzustreben, ohne bestimmte soziale Gruppen zu benachteiligen (Fritz & Bohnenberger, 2020). Im Englischen werden häufig die Begriffe *climate adapted* (klimaangepasst) und *climate responsive* (klimareagierend) verwendet. Um Fehldeutungen zu vermeiden, wird auch in dieser Arbeit anstelle des Begriffs *klimagerechtes Bauen* der Begriff *klimaangepasstes Bauen*

verwendet. Ebenfalls abzugrenzen ist der Begriff *klimawandelangepasstes Bauen*. Hierbei ist die Anpassung des Gebauten an das zu erwartende Klima infolge des Klimawandels gemeint. Unter dem zu erwartenden Klima werden verschiedene Klimaszenarien verstanden, welche sich in Abhängigkeit der Klimaschutzmaßnahmen ermitteln lassen. Oftmals beziehen sich die Szenarien auf das zu erwartende Klima in den Jahren 2030 sowie 2050. Das *klimaangepasste Bauen* bezieht sich hingegen auf eine Anpassung an das aktuell vorherrschende Klima.

Bereits in der Antike beschäftigte man sich mit dem klimaangepassten Bauen und erkannte, „dass die regionale Anpassung ein wesentliches Prinzip der Architektur ist“ (V. Olgyay, 1963). Anpassung wird nach dem Weltklimarat IPCC (2014b) definiert als „der Prozess, [um] sich auf das tatsächliche oder erwartete Klima und dessen Auswirkungen einzustellen“. In menschlichen Systemen ist das Ziel der Anpassung, „Schaden zu mildern oder zu vermeiden oder vorteilhafte Möglichkeiten zu nutzen“. Die Vereinten Nationen UNFCCC (2014) definieren Klimaanpassung als „Anpassung natürlicher oder menschlicher Systeme als Reaktion auf tatsächliche oder erwartete klimatische Reize oder deren Auswirkungen die Schäden mildert oder vorteilhafte Möglichkeiten nutzt.“ (UNFCCC, 2014) Auch nach Schütze und Willkomm (2000) zeichnet sich eine klimaangepasste Bauweise durch die „Nutzung der positiven Einflüsse des Klimas bei gleichzeitiger Reduzierung der negativen Einflüsse“ aus. Auf Basis des vorangegangenen Abschnittes lässt sich nachfolgende Schlussfolgerung für das klimaangepasste Bauen ziehen.

Schlussfolgerung I: Eine Klimaanpassung nutzt die Vorteile und mindert oder vermeidet die Nachteile der Klimaeinflüsse.

Schütze und Willkomm (2000) ergänzen, dass die Nutzung der Klimaeinflüsse zur Steuerung des Innenraumklimas durch bauliche Konzepte und Maßnahmen umgesetzt werden soll. Hausladen et al. (2012) weisen ebenfalls darauf hin, dass klimaangepasstes Bauen klimatische Herausforderungen baulich lösen soll und nicht ausschließlich durch Gebäudetechnik. Nach Lehmann reagieren klimaangepasste Gebäudedesigns (Climate Responsive Designs (CRDs)) auf die jeweiligen Bedingungen eines bestimmten Klimas. Auch hier wird darauf hingewiesen, dass passive Designtechniken (Lowtech) aktiven vorgezogen werden. Karl Petzold (2002) definiert klimaangepasstes Bauen als „Anpassung der Bauweise, Gestalt und Konstruktion von Gebäuden sowie der Anlagen von Städten und Siedlungen an das lokale Außenklima, sodass mit minimalem Aufwand ein nutzungsgerechtes Raumklima sowie eine optimale Standzeit der Gebäude gesichert sind.“ Im Gegensatz zu den Definitionen nach Hausladen, Liedl, Saldanha, Schütze, Willkomm und Lehmann erweitert Petzold den Begriff des klimaangepassten Bauens um den Aspekt der Dauerhaftigkeit von Gebäuden.

Schlussfolgerung II: Klimaangepasstes Bauen schafft durch vorrangig bauliche Maßnahmen ein angenehmes Innenraumklima sowie eine optimale Standzeit der Gebäude.

Da im klimaangepassten Bauen passive (bauliche) Maßnahmen bevorzugt werden, wird zusätzlich häufig auf den Aspekt des Energiebedarfs eingegangen. Keller (1997) erläutert, dass klimaangepasste Gebäude durch die Wahl ihrer Struktur für ein bestimmtes Klima optimiert sind, um ein Minimum an zusätzlicher Energie für Heizung und Kühlung zu benötigen. Auch Nasrollahi (2009) geht auf den Aspekt des Energiebedarfs ein: Klimaangepasste Gebäude nutzen die Vorteile der äußeren Umgebung, um den Energiebedarf durch Reduktion des Einsatzes von HLK-Systemen zu minimieren. Laut V. Olgyay (1963) kann ein hoher Komfort im Gebäude bei gleichzeitig geringen Kosten durch Reduktion der mechanischen Konditionierung erreicht werden. Hillmann et al. (1983) verstehen unter einer klimaangepassten Bauweise eine, die einen geringen Einsatz von Heiz- und Kühlenergie benötigt, um den Bewohnern ein komfortables Innenraumklima zu bieten. Manu et al. (2018) ergänzen eine zeitliche Betrachtung: klimaangepasstes Bauen bedeutet, dass das Gebäudedesign die meiste Zeit des Jahres auf das Außenklima reagiert und eine Klimatisierung nur ergänzend verwendet wird, wenn passive Maßnahmen einen ausreichenden Komfort nicht mehr sicherstellen können.

Schlussfolgerung III: Klimaangepasstes Bauen reduziert den Einsatz von Gebäudetechnik und so den Energiebedarf während der Nutzungsphase.

Looman (2017) ergänzt, dass die Schaffung eines komfortablen und gesunden Innenraumklimas sowie die Minimierung des Energiebedarfs durch Nutzung der natürlichen Energieressourcen erfolgen soll. Ein klimaangepasstes Design nutzt natürliche Energiequellen wie Sonne und Wind, um den Komfort bei Bedarf dort bereitzustellen, wo er benötigt wird. Die „Berücksichtigung der Umgebung als Energiequelle“, „das Gebäude als passives System“ und „die direkte Bereitstellung von Komfort“ bilden Grundprinzipien des klimaangepassten Designs. (Looman et al., 2007) Auch nach Brown (1985) sollen Gebäude durch die Sonne geheizt, den Wind gekühlt, natürlich beleuchtet werden und durch Verwendung erneuerbarer Ressourcen sich als zukunftsfähig erweisen. Laut Pfeifer und Scheppat (2011) erzielt eine klimaangepasste Bauweise ein behagliches Innenraumklima durch Rücksicht auf das vorherrschende Klima. Ein wichtiger Aspekt ist dabei der Einsatz energiegewinnender und -bewahrender Baustrukturen. V. Olgyay (1963) sowie Pfeifer und Scheppat (2011) bezeichnen ebenfalls eine Struktur als klimaausgeglichen, die unerwünschte Belastungen einer Umgebung reduziert und alle natürlichen Ressourcen nutzt, welche sich positiv auf das Wohlbefinden auswirken.

Schlussfolgerung IV: Klimaangepasstes Bauen nutzt die natürlichen Energieressourcen der örtlichen Umgebung und des Wetters.

Laut Dahl (2010) führt eine klimaangepasste Bauweise zur Maximierung des Potenzials der klimatischen Gegebenheiten und damit verbundenen Bautraditionen. Auch hier ist das Ziel, Energie zu sparen und dem Nutzer die Steuerung der inneren Umgebung zu ermöglichen. Dahl unterscheidet zusätzlich in drei Hauptmöglichkeiten, wie Klimaanpassung umgesetzt werden kann:

- Passiv klimaregulierend: das Gebäude ist unveränderlich, Räume können je nach Außenklima unterschiedlich genutzt werden
- Aktiv klimaregulierend: das Gebäude kann sich dynamisch an die sich ändernden Klimaeinflüsse anpassen
- Passiv und aktiv klimaregulierend: die Prinzipien aktiver und passiver Klimaanpassung sind kombiniert (Dahl, 2010)

In einem passiv klimaregulierten Gebäude weisen die Räume z. B. hinsichtlich der Raumgestaltung, Wahl der Materialien und Konstruktion eine unterschiedliche Klimaanpassung auf und werden in Abhängigkeit des Außenklimas unterschiedlich genutzt (z. B. Zonierung des Grundrisses). Die Räume aktiv klimaregulierter Gebäude können durch eine Anpassung mittels einer interaktiven Fassade auf die unterschiedlichen klimatischen Situationen angepasst werden (z. B. Jalousien, Winterfenster, etc.). (Dahl, 2010)

Schlussfolgerung V: Klimaangepasstes Bauen wird in aktiv und passiv klimaregulierend unterschieden.

Krusche (1982) versteht unter dem Begriff „klimaangepasstes Bauen“ neben der Anpassung der Bauten an das Klima, „die Gestaltung des Lokalklimas durch Veränderung des Siedlungsbereiches“ sowie „die Gestaltung des Kleinklimas durch Veränderung an Gebäude und Garten“.

Schlussfolgerung VI: Klimaangepasstes Bauen berücksichtigt die durch Bebauung verursachte Veränderung des Lokal- sowie Kleinklimas.

Auf Basis der Schlussfolgerungen aus den Definitionen wird der Begriff „klimaangepasstes Bauen“ konkretisiert. Nachfolgend sind die Schlussfolgerungen und somit wesentlichen Aspekte der Definitionen nochmals aufgelistet:

- I. Eine Klimaanpassung nutzt die Vorteile und mindert oder vermeidet die Nachteile der Klimaeinflüsse.
- II. Klimaangepasstes Bauen schafft mittels Klimaanpassung durch vorrangig bauliche Maßnahmen ein angenehmes Innenraumklima sowie eine optimale Standzeit der Gebäude.
- III. Klimaangepasstes Bauen reduziert den Einsatz von Gebäudetechnik und so den Energiebedarf.
- IV. Klimaangepasstes Bauen nutzt die natürlichen Energieressourcen der örtlichen Umgebung und des Wetters.
- V. Klimaangepasstes Bauen wird in aktiv und passiv klimaregulierend unterschieden.
- VI. Klimaangepasstes Bauen berücksichtigt die durch Bebauung verursachte Veränderung des Lokal- sowie Kleinklimas.

Auf Basis der Schlussfolgerungen lässt sich nachfolgende Definition des klimaangepassten Bauens für diese Arbeit ableiten, in welcher zudem nach Manu et al. (2018) eine zeitliche Betrachtung ergänzt wird.

Klimaangepasstes Bauen bedeutet, das Gebäude so **an das lokale Außenklima anzupassen (I)**, dass die **meiste Zeit** des Jahres durch **vorrangig bauliche Maßnahmen (II)** und **Nutzung der natürlichen Energieressourcen (IV)** ein **angenehmes Innenraumklima (II)** erzeugt und der **Energiebedarf minimiert (III)** wird. Klimaangepasstes Bauen kann in **aktiv und passiv klimaregulierend (V)** unterschieden werden.

Der Aspekt der Schlussfolgerung VI nach Krusche, der Einfluss des Bauens auf das Lokal- und Kleinklima, wird im Rahmen dieser Arbeit nicht betrachtet. Die Arbeit beschäftigt sich mit dem klimaangepassten Bauen auf Gebäudeebene. Die Gebäudeebene stellt somit eine Systemgrenze dieser Arbeit dar. Die „Gestaltung des Lokal- und Kleinklimas“ (Krusche, 1982) durch Bebauung bildet einen Teilaspekt der Stadtbauphysik. Der stadtbauphysikalische Aspekt bildete ein gesondertes Forschungsfeld im klimaangepassten Bauen. Im Ausblick in Kapitel 9.2 wird auf Schnittstellen der Arbeit mit dem klimaangepassten Bauen auf stadtbauphysikalischer Ebene eingegangen und auf weitere mögliche Forschungsprojekte verwiesen.

2.1.2 Metaanalyse der Literatur zum klimaangepassten Bauen

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine Metaanalyse der Publikationen im klimaangepassten Bauen durchgeführt. Berücksichtigt wurden Veröffentlichungen, welche das klimaangepasste Bauen nach der Begriffsdefinition aus Kapitel 2.1.1 behandeln. Bereits in den 1950er-Jahren beschäftigten sich Wissenschaftler mit dem klimaangepassten Bauen (Aronin, 1953; Conklin, 1958; A. Olgyay & Olgyay, 1957). Abbildung 4 zeigt die Anzahl der Publikationen nach abgeschlossenem Jahrzehnt. Zu erkennen ist, dass seit den 1950er-Jahren ein steigendes Interesse an der Thematik zu verzeichnen ist.

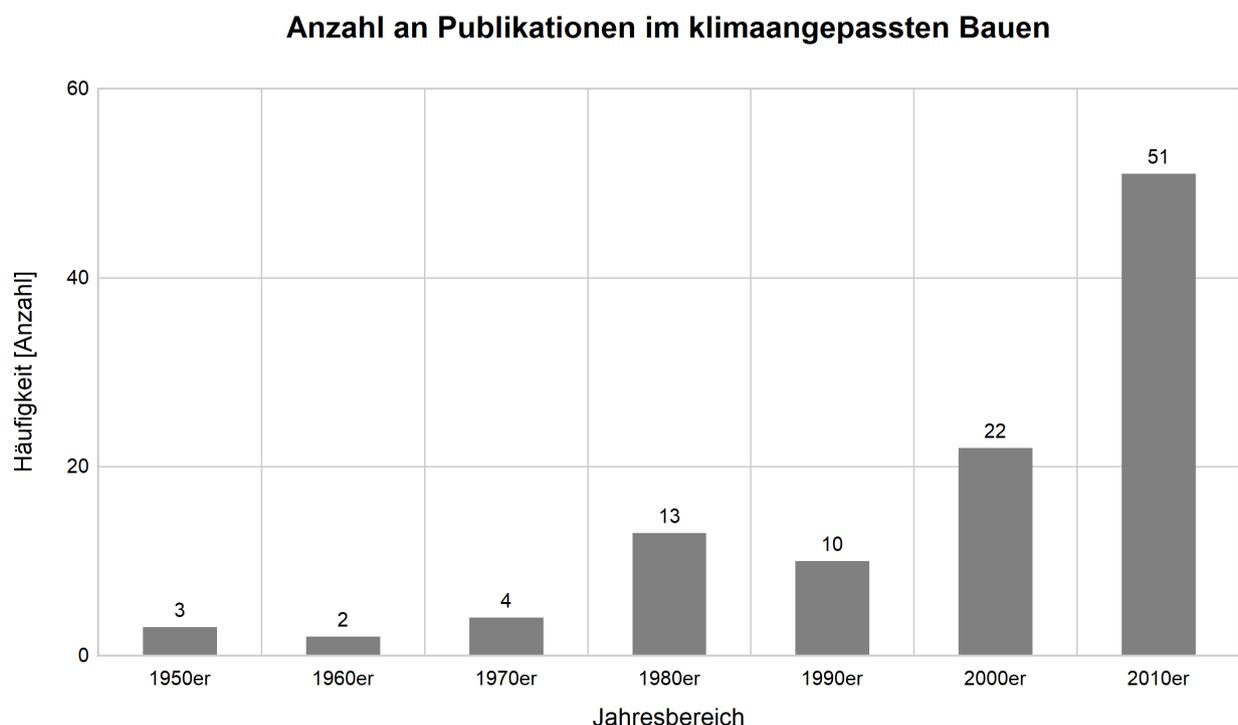


Abbildung 4 Anzahl an Publikationen im klimaangepassten Bauen nach Jahrzehnt

Der Fokus der Publikationen im klimaangepassten Bauen liegt meist auf

- der Analyse des Klimas, um das Gebäude **an das lokale Außenklima anpassen zu können (vgl. Aspekt I der Definition 2.1.1)** sowie
- der Erarbeitung von Handlungsempfehlungen (Strategien und bauliche Methoden), **um ein angenehmes Innenraumklima zu erzeugen (vgl. Aspekt II der Definition 2.1.1)** und den **Energiebedarf zu reduzieren (vgl. Aspekt III der Definition 2.1.1)**.

Zum besseren Verständnis der Klimaanalysen werden zudem häufig die Grundlagen der Klimatologie behandelt. Neben Begrifflichkeiten sind klimatologische Zusammenhänge erläutert.

Die Handlungsempfehlungen können in Strategien des klimaangepassten Bauens (allgemeine Handlungsempfehlung) und bauliche Methoden (konkrete Handlungsempfehlungen) unterschieden werden. Unter einer Strategie wird eine übergeordnete Vorgehensweise verstanden. Bauliche Methoden hingegen sind Möglichkeiten der baulichen Umsetzung. Beispielsweise ist der „Sonnenschutz“ eine Strategie, ein auskragender Balkon oder Jalousien sind bauliche Methoden dazu.

Die Erarbeitung der Handlungsempfehlungen erfolgt über einen Bottom-up oder einen Top-down Ansatz. Der Bottom-up Ansatz verfolgt die Analyse traditioneller Bauten, welchen die Hypothese zugrunde liegt, sich aufgrund einer Gebäudeevolution an das vorhandene Klima angepasst zu haben. Baulichen Methoden und Strategien exemplarischer traditioneller Gebäude werden dazu im Kontext des Klimaeinflusses untersucht, um so Handlungsempfehlungen auf Basis von Klimaeinflüssen ableiten zu können. Im Top-Down Ansatz werden auf Basis einer Klimaanalyse Anforderungen formuliert und entsprechende Strategien sowie bauliche Methoden entwickelt. Digitale Planungstools verfolgen diesen Ansatz. Unabhängig der Bottom-up und Top-down Ansätze ist die Bewertung der Handlungsempfehlungen ein häufig untersuchter Aspekt in Publikationen des klimaangepassten Bauens.

Die untersuchten Veröffentlichungen behandeln unterschiedliche Themenbereiche. Teilweise werden mehrere Bereiche thematisiert. Nachfolgende Abbildung 5 verdeutlicht die prozentuale Verteilung der behandelten Themenbereiche in den untersuchten Veröffentlichungen. Anhang A1 gibt eine detailliertere Übersicht, welche Veröffentlichungen welche Bereiche thematisieren.

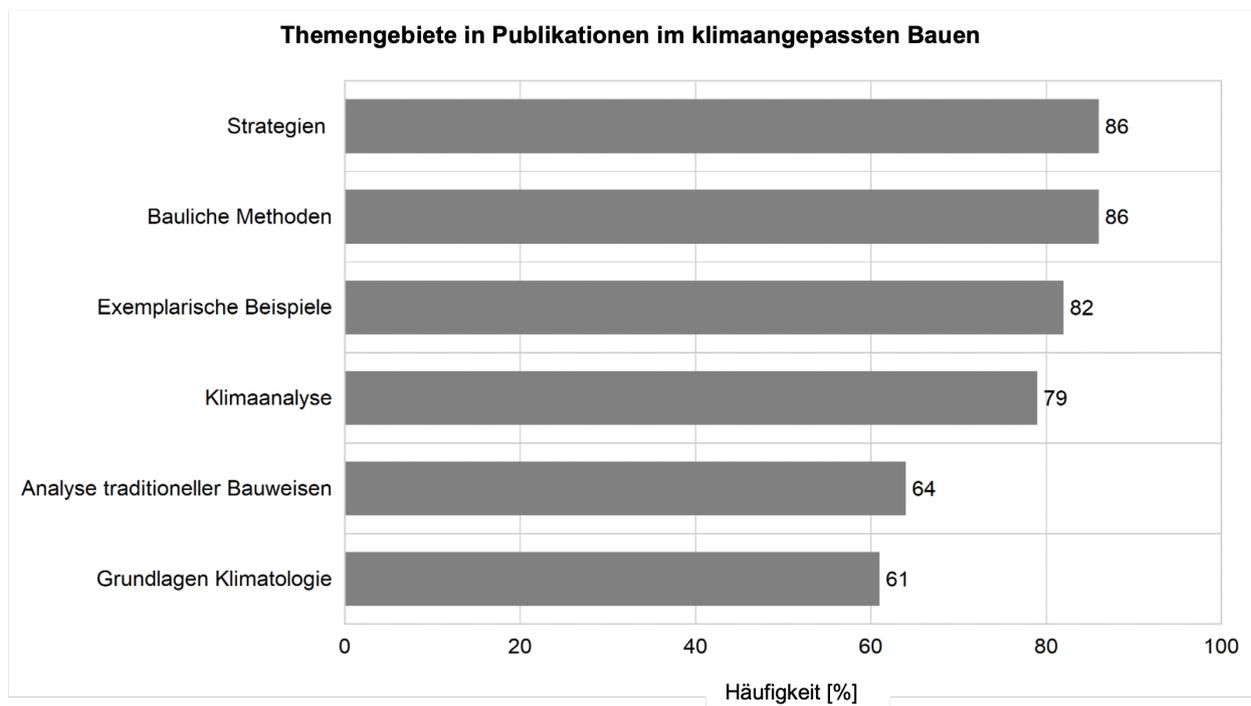


Abbildung 5 Prozentualer Anteil der Themengebiete in Publikationen zum klimaangepassten Bauen

Die nachfolgende Abbildung 6 zeigt nochmals einen Überblick über die behandelten Themen im klimaangepassten Bauen sowie deren Zusammenhänge. Zudem können der Grafik die Inhalte der nachfolgenden Unterkapitel 2.1.3 bis 2.1.7 entnommen werden, welche eine systematische Übersicht zu den jeweiligen Themen darlegen.

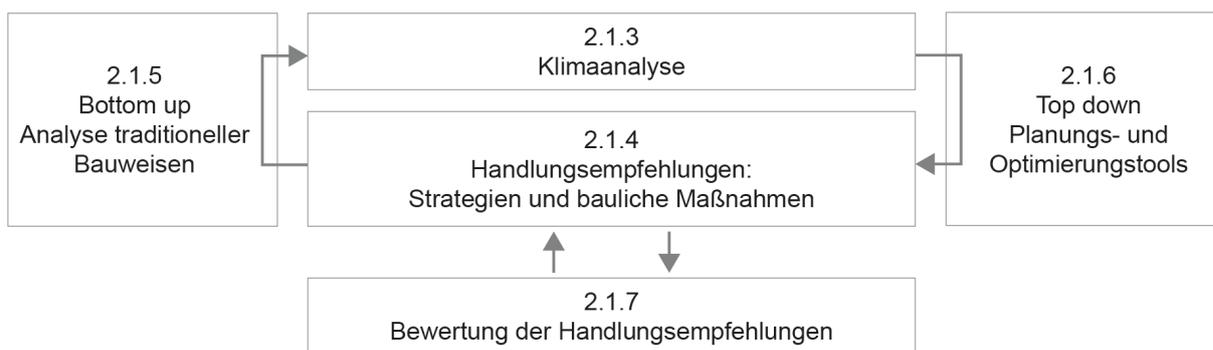


Abbildung 6 Übersicht der behandelten Themen in Publikationen im klimaangepassten Bauen

2.1.3 Klimaanalyse als Teil des klimaangepassten Bauens

Die Analyse des Klimas bildet bis heute die Basis des klimaangepassten Bauens. Viele Regionen weisen ähnliche klimatische Eigenschaften auf und werden deshalb mittels Klimakategorisierungsmodellen zu Klimazonen zusammengefasst. Da für ähnliche klimatische Gegebenheiten meist ähnliche Handlungsempfehlungen ausgesprochen werden können, finden diese Modelle ebenfalls im klimaangepassten Bauen Anwendung. Ein häufig verwendetes Modell ist das Köppen-Geiger-Modell (Köppen, 1923).

Die Kategorisierung erfolgt nach der Ausprägung der *Klimaelemente* auf makroklimatischer Ebene. Klimaelemente dienen nach Hausladen et al. (2012), der Beschreibung des Klimas. Unter einem Klimaelement wird beispielsweise die Solarstrahlung, Luftfeuchte oder Lufttemperatur verstanden (Hausladen et al., 2012). Die Betrachtung des Klimas auf dieser Ebene ist für die Planung jedoch oftmals nicht ausreichend. Mesoklimatische Aspekte wie die Hanglage oder das Vorhandensein eines Waldes in unmittelbarer Gebäudenähe beeinflussen eine klimaangepasste Bauweise maßgeblich. Um neben makroklimatischen Einflüssen auch meso- und mikroklimatische zu berücksichtigen, wird meist neben der Klimakategorisierung eine detailliertere standortbezogene Klimaanalyse durchgeführt. Hierbei sind die Solarstrahlung, die Außenlufttemperatur, der Wind, die Bewölkung, der Niederschlag und die Luftfeuchte für die Planung relevante Klimaelemente. (Hausladen et al., 2012) Die zugehörigen Messgrößen werden üblicherweise mittels Wetterstationen aufgezeichnet oder auf Basis von Interpolation ermittelt.

Häufig werden Testreferenzjahre (TRY) verwendet. Dies sind speziell zusammengestellte Wetterdatensätze, welche meteorologische Daten auf Stundenbasis enthalten. Die Testreferenzjahre (TRY) sollen einen mittleren, jedoch für das Jahr typischen Witterungsverlauf abbilden. Die geografische Auflösung sowie die zeitliche Vergleichsbasis der TRY-Datensätze unterscheiden sich je nach Standort. In Deutschland werden die Datensätze beispielsweise für jeden km² mit einem Zeitraum von 1995 bis 2012 als Vergleichsbasis erstellt. Zusätzlich werden Datensätze für sehr kalte Winter und sehr warme Sommer zur Verfügung gestellt. (Deutscher Wetterdienst, 2017)

Die Auswertung und Visualisierung der Klimadaten dienen als Planungsgrundlage. Dazu werden Klimadiagramme oder -tabellen generiert, um Strategien zu geeigneten Baumaßnahmen abzuleiten. Beispielsweise kann auf Basis eines Sonnenstanddiagramms die Tiefe des Dachüberstandes gewählt werden.

Es gibt zahlreiche Klimadiagrammtypen, die die klimaangepasste Planung unterstützen. Neben Diagrammen gibt es weitere Methoden die Auswirkungen der Klimaelemente zu untersuchen und zu visualisieren. Aronin (1953) nennt beispielsweise vier zusätzliche Methoden, um den Sonnenstand aufzuzeichnen: Mit Hilfe von dreidimensionalen Methoden, statistischen Methoden, mit Hilfe von Geräten oder der direkten Beobachtung. Heutzutage werden Klimadaten üblicherweise mittels Algorithmen ausgewertet und in digitale Diagramme überführt.

2.1.4 Handlungsempfehlungen - Strategien und bauliche Methoden

Je nach makro-, meso- oder mikroklimatischer Betrachtung des Standortes unterscheiden sich die Handlungsempfehlungen hinsichtlich der Differenzierung in Strategien und baulichen Methoden. Wie bereits erwähnt, führt eine makroklimatische Analyse zu allgemeineren Handlungsempfehlungen (Strategien), welche erste wichtige Anhaltspunkte für eine klimaangepasste Planung liefern. Gertis (1977) und Hillmann et al. (1983) veröffentlichen dazu Strategien klimaangepassten Entwerfens für die unterschiedlichen Klimazonen. Die Konzeptionen ergeben sich aus den am Standort vorherrschenden Klimaverhältnissen. Nachfolgende Abbildung 7 zeigt die Strategien klimaangepassten Entwerfens nach Gertis (1977).

Strategien klimaangepassten Entwerfens									
Arktis		Mitteleuropa		Amazonas		Sahara		Weltraum	
Dauernd		Alternierend		Dauernd		Alternierend		Alternierend	
Kalt (extrem kalt) Praktisch keine Strahlung		Winter mäßig kalt und trocken Sommer mäßig warm und feucht		Feucht warm (schwül)		Tagsüber warm (extrem warm) Nachts kühl		Strahlung (keine Luft)	
1	Dämmen	1	Dämmen	2	Lüften	3	Speichern	4	Strahlenschutz
		2	Lüften	4	Strahlenschutz	4	Strahlenschutz	1	Dämmen
		3	Speichern	5	Regenschutz				
		4	Strahlenschutz						
		5	Regenschutz						

Abbildung 7 Strategien klimaangepassten Bauens nach (Gertis, 1977)

Hillmann et al. (1983) stellen zusätzlich zu den Strategien bauliche Methoden vor. Neben **passiv klimaregulierenden Maßnahmen** wird auf **aktiv regulierende (Aspekt IV der Definition aus 2.1.1)** eingegangen, wie der temporäre Wärmeschutz, der durch beispielsweise einen zusätzlich montierten Wärmeschutz an den Fenstern in Form von Klappläden den Wärmeabfluss bei Nacht verhindern soll.

A. Olgay und Olgay (1957), Hausladen et al. (2012) und Petzold (2002) erarbeiten Handlungsempfehlungen auf Basis von Diagrammen, welche die Kombination von relativer Luftfeuchte und Temperatur abbilden. Dazu wird überprüft, ob das vorhandene Temperatur-Feuchtigkeitsverhältnis vor Ort in der menschlichen Komfortzone liegt. A. Olgay und Olgay (1957) berücksichtigen wie in Abbildung 8 ersichtlich, zusätzlich den Einfluss aus Wind und Solarstrahlung.

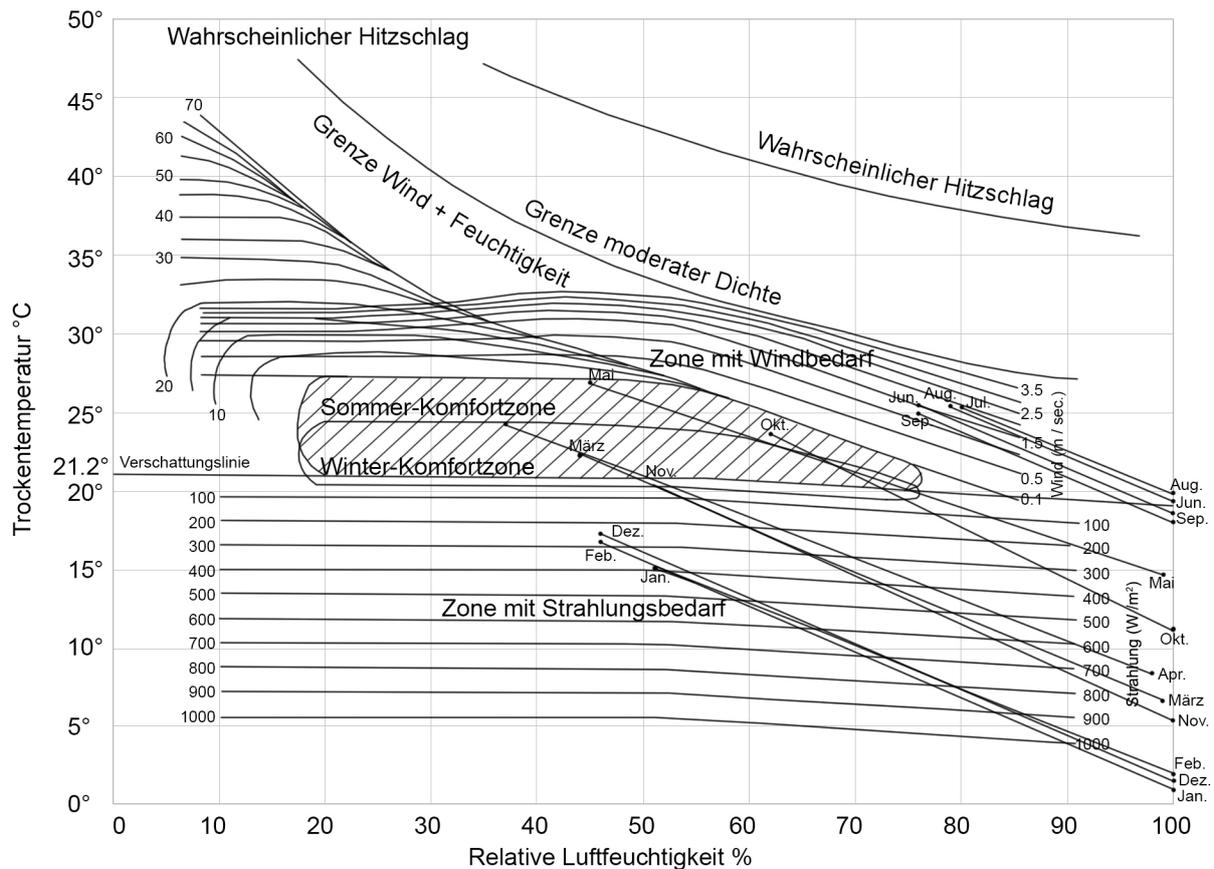


Abbildung 8 Bioklimatisches Diagramm (engl. bioclimatic chart) nach (A. Olgay & Olgay, 1957)

Brown (1985) stellt auf Basis des bioklimatischen Diagramms (engl. bioclimatic chart) nach A. Olgay und Olgay (1957) eine Methode vor, um das Mikroklima am Standort hinsichtlich der Wind- und Strahlungsbelastung in Abhängigkeit der Klimakategorisierung und Gebäudeorientierung zu bewerten. Givoni (1992) untersucht in seiner Veröffentlichung Anwendungsgrenzen bioklimatischer Diagramme und passiver Designstrategien, insbesondere für die heiße Klimazone.

Kosir (2019), Conklin (1958) und Dahl (2010) erläutern Strategien und bauliche Methoden, welche anhand von Beispielen veranschaulicht werden. Nach Conklin (1958) kann den Klimaeinflüssen durch sechs Methoden begegnet werden. Für jedes Klimaelement werden bzgl. der sechs Methoden Empfehlungen gegeben. Looman et al. (2007) entwickelt ein typologisches Modell für die klimaangepasste Planung.

Einige Veröffentlichungen fokussieren sich auf einzelne Klimazonen (Aronin, 1953; Keller, 1997; Krusche, 1982; Schütze & Willkomm, 2000). Keller (1997) und Epinatjeff und Weidlich (1986) erläutern bauliche Methoden, welche sich hauptsächlich auf die gemäßigten Klimazone beziehen. Ein Alleinstellungsmerkmal der Veröffentlichung von Epinatjeff und Weidlich (1986) ist eine Matrix, welche die Interdependenzen zwischen den relevanten Planungsvariablen und den Einflussfaktoren der Planungsrandbedingungen zeigt. Keller (1997) erläutert Berechnungsmethoden, um die Klimaauswirkungen auf das Gebäude quantitativ ermitteln zu können. Zudem wird ein Planungswerkzeug, die Klimaflächenmethode, vorgestellt, welches dazu dienen soll, strategische Entscheidungen in der Planungsfrühphase zu erleichtern (Keller, 1997).

Schütze und Willkomm (2000) formulieren für alle Klimazonen bauliche Grundanforderungen, hauptsächlich liegt der Fokus jedoch auf Planungsempfehlungen für klimaangepasste Gebäudekonzepte in verschiedenen europäischen Klimazonen. Zudem werden unterschiedliche Datenquellen und Planungsinstrumente vorgestellt sowie Checklisten, die das klimaangepasste Planen erleichtern sollen. Krusche (1982) beschäftigt sich insbesondere mit den Einflussfaktoren zur Energiebewahrung, -speicherung und -gewinnung in der gemäßigten Zone. Zu den Handlungsempfehlungen (z. B. Lage in der Topografie) werden bauliche Methoden angegeben, welche, wie in Abbildung 9 ersichtlich, durch quantitative Angabe des Wärmeverlustes in Prozent eingeordnet werden können. Die vergleichende Betrachtung bezieht sich hierbei auf einen Standardbaukörper, dessen Berechnungsdaten angegeben werden. (Krusche, 1982)

Lage in der Topographie

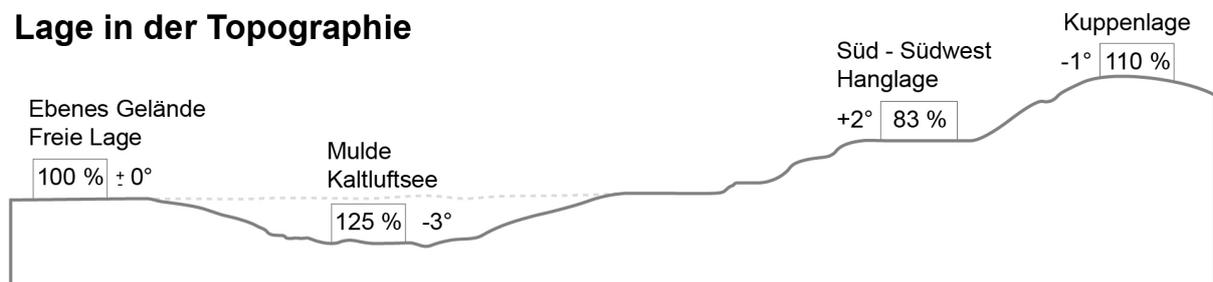


Abbildung 9 Wärmeverlust eines Gebäudes in Prozent in unterschiedlicher Lage bezüglich der Topografie nach (Krusche, 1982)

Feist (1992) sowie Capeluto und Ochoa (2014) untersuchen quantitativ bauliche Methoden in Europa sowie deren Einfluss auf den Heizenergieverbrauch und das Innenklima. Hindrichs und Berthold (2007), Koenigsberger et al. (1973) und Lippsmeier und Mukerji (1980) beschäftigen sich mit dem klimaangepassten Bauen in den tropischen Klimazonen. Koenigsberger et al. (1973) erläutern zusätzliche Planungshilfen für die unterschiedlichen Entwurfsphasen.

Neben der Fokussierung auf eine Klimazone wird sich häufig auch auf einzelne Regionen oder einen konkreten Standort konzentriert (Bagheri, 1991; Bodach et al., 2014; Graf, 2000; Gunaratne, 1985; Hardiman, 1992; Nasrollahi, 2009; Nielsen Gildemeister, 1984; Wakil, 1980). Graf (2000) stellt klimaangepasste Beispiele in Deutschland, Österreich und der Schweiz vor. Nielsen Gildemeister (1984) gibt Handlungsempfehlungen zur passiven Sonnenenergienutzung am Standort Santiago de Chile. Hardiman (1992) beschäftigt sich mit natürlichen Lüftungssystemen zu Verbesserung des Raumklimas von kostengünstigen Wohnhäusern auf Java, Indonesien am Beispiel der Stadt Semarang. Wakil (1980) beschreibt planerische Möglichkeiten bezüglich des Mikroklimas in ägyptischen Wüstengebieten. Bodach et al. (2014) beschäftigen sich mit klimaangepassten Bauen in Nepal. Gunaratne (1985) analysiert das Klima und die traditionelle Architektur Sri Lankas, um Handlungsempfehlungen für moderne Architektur abzuleiten. Nasrollahi (2009) entwickelt auf Grundlage von Klimaanalysen und Analysen traditioneller Bauten Empfehlungen für Deutschland und den Iran. Anschließend erfolgt ein Vergleich der beiden Standorte. Bagheri (1991) analysiert ebenfalls das Klima und die traditionelle Architektur des Irans, um bauliche Maßnahmen für klimaangepasste Gebäude zu ermitteln. Die Arbeit legt dabei den Fokus auf Wohnbauten in heiß-trockenen

Gebieten des Irans am Beispiel der Stadt Yazd. Wallbaum et al. (2011) beschäftigen sich mit klimaangepassten Bauen in Japan. Schnieders et al. (2015) untersuchen den Transfer des deutschen Passivhauses in andere Klimazonen repräsentiert durch exemplarische Standorte. Sedlbauer et al. (2003) untersuchen Baukonstruktionen in unterschiedlichen Klimazonen mittels des Rechenverfahrens WUFI. Auch hier wird auf die traditionelle Bauweise eingegangen und aufgezeigt, dass diese oftmals klimaangepasst ist. Barber (2020) untersucht nicht die traditionelle Architektur hinsichtlich der Klimaanpassung, sondern die moderne Architektur von Le Corbusier, Mies van der Rohe, Richard Neutra und ähnlichen Vertretern. Geiger et al. (1977) beschäftigen sich mit der Interdisziplinarität des klimaangepassten Bauens.

Zwischenfazit: Die Zusammenhänge zwischen dem Außenklima, dem Gebäude und dem Innenraumklima sind weitgehend erforscht. Eine Vielzahl an Publikationen veröffentlicht unterschiedliche Methoden zur Klimaanalyse sowie verschiedene Handlungsempfehlungen. Die Handlungsempfehlungen unterscheiden sich in der Differenzierung (Strategie und bauliche Maßnahmen). Oftmals werden konkrete Standorte und Bauprojekte behandelt. Es zeigen sich unterschiedliche quantitative (z. B. Klimaflächenmethode) und qualitative Methoden (z. B. Checkliste klimaangepasstes Bauen) zur Unterstützung im klimaangepassten Bauen.

2.1.5 Analyse traditioneller Bauweisen

Eine Vielzahl an Veröffentlichungen beschäftigt sich, wie bereits in Kapitel 2.1.2 erwähnt, mit der Analyse traditioneller Bauten. Im Rahmen dieser Arbeit wurde deshalb eine systematische Untersuchung von Publikationen zu traditionellen Bauweisen im Kontext des klimaangepassten Bauens durchgeführt. Die Publikationen verfolgen meist ein oder mehrere der nachfolgend genannten Forschungsziele:

- (1) Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen
- (2) Bewertung des Energiebedarfs traditioneller Architektur
- (3) Bewertung des Komforts traditioneller Architektur
- (4) Bewertung der Nachhaltigkeit traditioneller Architektur

Dazu finden in den Veröffentlichungen nachfolgende Methoden Anwendung:

- qualitative Methoden: Fallstudien, Literaturrecherchen, Umfragen und Interviews
- quantitative Methoden: Fallstudien, Simulationen, Feldmessungen

Bahadori (1978); Coch (1998); Eyuece (2007); Ghodsi (2012); Oliver (1997); Piesik (2017); Teimourtash (2016); Upadhyay et al. (2006) leiten mittels vorrangig qualitativer Analyse von Fallbeispielen traditioneller Architektur Strategien und bauliche Maßnahmen klimaangepassten Bauens her. Bahadori (1978); Eyuece (2007); Teimourtash (2016) fokussieren sich dabei auf den Iran, Upadhyay et al. (2006) auf das Kathmandu Valley in Indien. Bodach et al. (2014) untersuchen traditionelle Gebäude in Nepal und führen dazu zusätzlich Feldforschung durch.

Borong et al. (2004); Dili et al. (2010); Dili et al. (2011); Kubota und Toe (2015); Kubota et al. (2014); Manu et al. (2018); Manu et al. (2016); Shanthy Priya et al. (2012); Toe und Kubota (2015) bewerten zusätzlich

den Komfort traditioneller Gebäude mittels Feldmessungen. Dabei liegt der Fokus auf unterschiedlichen Regionen Asiens. Ganem et al. (2006); Rubio-Bellido et al. (2018); Yoshino et al. (2007) führen eine Komfortbewertung zusätzlich zu Feldmessungen mittels Simulationen durch. Auch hier werden unterschiedliche Regionen untersucht. Nguyen et al. (2011); Srivastav und Jones (2009); Worre Foged (2019); Zhai und Previtali (2010) bewerten den Energiebedarf und/oder den Komfort traditioneller Gebäude mithilfe der Simulation. Foruzanmehr und Vellinga (2011); Koranteng et al. (2019); Singh et al. (2011) untersuchen den Komfort traditioneller Bauweisen zusätzlich mittels Umfragen und/oder Interviews. Murakami und Ikaga (2008) bewerten traditionelle Gebäude Japans mittels des Nachhaltigkeitssystems CASBEE.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Forschungsziele und verwendeten Methoden der untersuchten Veröffentlichungen zur Analyse traditioneller Bauweisen. Eine detailliertere Übersicht ist in Anhang A2 einzusehen.

Tabelle 1 Übersicht der untersuchten Veröffentlichungen zur Analyse traditioneller Bauweise in Hinblick auf das Forschungsziel und die Methode

Autor	Forschungsziel(e)				Methode(n)	
	(1)	(2)	(3)	(4)	Qualitativ	Quantitativ
Bahadori (1978)	X				X	
Bodach (2014)	X				x	
Borong (2004)	X		X		X	X
Cabeza-Lainez (2013)	X		X		X	X
Coch (1998)	X				x	
Dili (2010)	X		X		X	X
Dili (2011)	X		X		X	X
Eyüce (2007)	X				X	
Foruzanmehr (2011)	X	X	X		X	X
Ganem (2006)	X		X		X	X
Ghodsi (2012)	X				X	
Koranteng (2019)	X		X		X	X
Kubota (2014)	X		X		X	X
Kubota (2015)	X		X		X	X
Manu (2019)	X		X		X	X
Murakami (2008)	X			X	X	X
Nguyen (2011)	X		X		X	X
Oliver (1997)	X				X	
Piesik (2017)	X				X	
Rubio-Bellido (2018)	X		X		X	X
Shanthi Priya (2012)	X		X		X	X
Singh (2011)	X		X		X	X
Srivastav (2009)	X	X	X		X	X
Teimourtash (2016)	X		X		X	
Toe (2015)	X		X		X	X

Stand des Wissens zum klima- und kulturangepassten Bauen

Upadhyay (2006)	X			X	
Worre Foged (2019)	X	X	X	X	X
Yoshino (2007)	X		X	X	X
Zhai (2010)	X	X		X	X

- (1) Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen;
- (2) Bewertung des Energiebedarfs traditioneller Architektur;
- (3) Bewertung des Komforts traditioneller Architektur;
- (4) Bewertung der Nachhaltigkeit traditioneller Architektur

Nguyen et al. (2019) veröffentlichen eine Metastudie zu Publikationen über nachhaltige Aspekte traditioneller Architektur in verschiedenen Regionen der Welt. Die Forschungsziele der untersuchten Publikationen können nachfolgender Tabelle 2 entnommen werden.

Tabelle 2 Forschungsziele der Studien zu nachhaltigen Aspekten traditioneller Architektur nach (Nguyen et al., 2019)

	Forschungsziele	Anzahl	Prozent
1	Untersuchung passiver/bioklimatischer/umweltfreundlicher/ökologischer Konstruktionsprinzipien und Maßnahmen zur Realisierung eines komfortablen Wohnklimas	52	34.2%
2	Bewertung des Innenraumklimas	37	24.3%
3	Untersuchung sozialer und kultureller Werte	15	9.9%
4	Untersuchung und Transfer des Know-hows traditioneller Gebäude auf moderne Gebäude	14	9.2%
5	Untersuchung architektonischer Stile und/oder Formen	7	4.6%
6	Bewertung und/oder Erkennung von Problematiken bezüglich der Erhaltung traditioneller Architektur	4	2.6%
7	Bewertung und/oder Vergleich der Performanz traditioneller Gebäude in verschiedenen Klimazonen oder mit zeitgenössischen Gebäuden	4	2.6%
8	Sensibilisierung für die Thematik der Erhaltung traditioneller Architektur	3	2.0%
9	Untersuchung der Verwendung und Wiederverwendung von Baumaterialien und Maßnahmen zur Abfallvermeidung	3	2.0%
10	Untersuchung bauphysikalischer Phänomene	3	2.0%
11	Aufbau eines Archivs	3	2.0%
12	Untersuchung der Wahrnehmungen und Erwartungen der Bewohner der Gebäude	2	1.3%
13	Untersuchung des architektonischen Wandels in der traditionellen Architektur	2	1.3%
14	Kennenlernen traditioneller Bautechniken	2	1.3%
15	Prüfung der Implementierung moderner Systeme (z. B. HVAC-Systeme) in traditionelle Gebäude	1	0.7%
	Summe	152	100.00%

Die hier aufgezeigten Forschungsziele decken sich teilweise mit den oben genannten Zielen (1) bis (4). Nachfolgende Tabelle 3 gibt eine Übersicht, welche Forschungsziele der Metastudie den oben genannten entsprechen.

Tabelle 3 Abgleich der identifizierten Forschungsziele der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Metastudie mit der Metastudie nach (Nguyen et al., 2019)

Nummer nach Tabelle 2	Forschungsziel
Nummer 1, 4, 5 und 10, 14	(1) Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen
Nummer 7	(2) Bewertung des Energiebedarfs traditioneller Architektur (4) Bewertung der Nachhaltigkeit traditioneller Architektur
Nummer 2, 12	(3) Bewertung des Komforts traditioneller Architektur

Die Forschungsziele 3, 6, 8, 9, 11, 13 und 15 decken sich nicht mit den in dieser Arbeit untersuchten. Bei diesen Zielen liegt der Fokus auf nachhaltigen Aspekten traditioneller Architektur, aber nicht auf dem klimaangepassten Bauen. Beispielsweise ist Forschungsziel 8 die „Sensibilisierung für die Thematik der Erhaltung traditioneller Architektur“ kein Aspekt des klimaangepassten Bauens nach der Definition aus Kapitel 2.1.1.

Zwischenfazit: Die Untersuchungen zeigen, dass traditionelle Designstrategien oftmals den Komfort und Energiebedarf positiv beeinflussen. Somit können auf Basis traditioneller Bauweisen klimaangepasste Strategien und Maßnahmen abgeleitet werden. Dennoch zeigen sich Erfolgsgrenzen traditioneller Strategien. Des Weiteren ist zu erkennen, dass kulturelle Aspekte traditioneller Architektur oftmals auch klimatisch sinnvoll sind. Ein Beispiel hierfür sind Gitterungen an Fenstern, welche neben dem kulturellen Aspekt (Privatsphäre) ebenfalls aus klimatischen Gründen sinnvoll sind (Verschattung, Behinderung des Eintrags von Direktstrahlung). Das klima- und kulturangepasste Bauen ist somit stark verknüpft.

2.1.6 Planungs- und Optimierungstools

Die bereits aufgezeigten Methoden zur Klimaanalyse und Ermittlung der klimaabhängigen Handlungsempfehlungen unterscheiden sich stark in Ihrem Aufwand. Die Einordnung eines Standortes in die zugehörige Klimazone und Ermittlung der empfohlenen Strategien erfordern weniger Aufwand als eine vollständige Klimaanalyse und Ermittlung spezifischer baulicher Methoden auf meso- und mikroklimatischer Ebene. Damit Planer ein klimaangepasstes Gebäudekonzept entwerfen können, ist eine zeitaufwendige Auseinandersetzung mit der Thematik notwendig. Des Weiteren unterscheiden sich die klimatischen Gegebenheiten bereits bei Standortdifferenzen von wenigen Kilometern, sodass sich das Wissen oftmals nicht übertragen lässt. Um diesen Aufwand zu reduzieren und das klimaangepasste Planen zu erleichtern, wurden die erarbeiteten Methoden zur Klimaanalyse und Handlungsempfehlungen in digitale Planungstools zum klimaangepassten Bauen überführt (La Roche & Liggett, 2001; Liedl, 2013; Monterde et al., 2016; University of California, 1976).

Looman (2017) zeigt ebenfalls die Notwendigkeit digitaler Tools zur Unterstützung klimaangepassten Bauens auf und formuliert Anforderungen sowie konkrete Vorschläge zur Strukturierung und Gestaltung eines Tools.

La Roche und Liggett (2001) veröffentlichen ein Tool, welches Designentscheidungen erleichtern soll. Auf Basis einer Analyse der Außenlufttemperatur wird der prozentuale Anteil der Zeit bestimmt, in der eine der drei Strategien, Leitung, Konvektion oder Strahlung zur Steuerung der Wärmeströme als nützlich zu bewerten ist, um ein komfortables Innenraumklima im Gebäude zu erreichen. Der Zusammenhang der Temperaturzonen und der jeweiligen Strategien basiert auf den bioklimatischen Diagrammen nach A. Olgay und Olgay (1957) und Givoni (1981). Das Ergebnis wird als farbcodierte, zweidimensionale Matrix ausgegeben.

Monterde et al. (2016) stellen ein Tool vor, welches Entscheidungskriterien für die Wahl klimaangepasster Lösungen zur Optimierung der Gebäudeleistung liefern soll. Die Strategien werden auf Basis des bioklimatischen Diagramms nach Givoni (1981) in Abhängigkeit des Klimas formuliert. Das Tool analysiert mögliche Strategien und bauliche Maßnahmen bezüglich ihrer Wirksamkeit anhand des psychrometrischen Diagramms (vgl. Abbildung 11) für einen Standort in Abhängigkeit der klimatischen Einflüsse. Ein psychrometrisches Diagramm stellt analog zum h-x-Diagramm nach Mollier (1904) die Beziehungen zwischen den Parametern der Zuluft und der relativen Luftfeuchtigkeit dar. Somit können Planer von einer gewünschten relativen Raumluftfeuchte den gewünschten Zustand der Zuluft in beispielsweise Klimaanlage ableiten. (Hyndman, 2020) Die implementierte Methode des Tools kann nachfolgender Abbildung 10 entnommen werden.

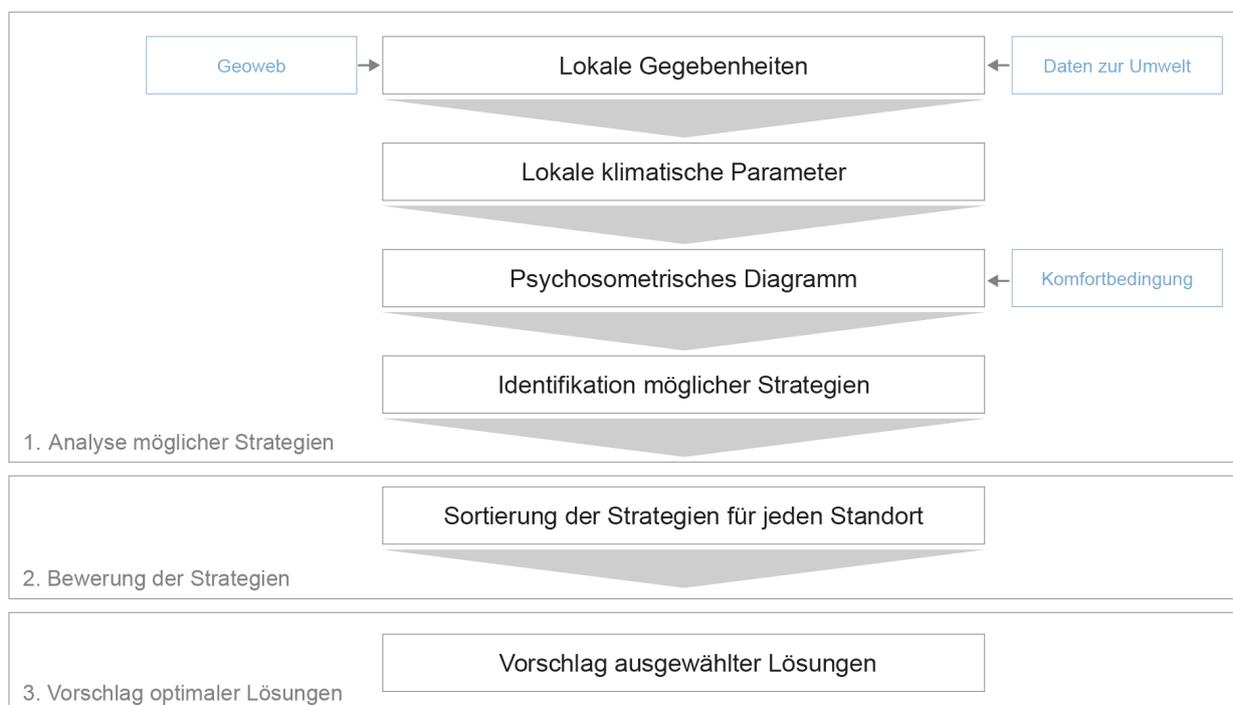


Abbildung 10 Implementierte Methode in das Planungstool nach (Monterde et al., 2016)

Das ClimateTool (Liedl, 2013) ist ebenfalls ein digitales Werkzeug, welches im klimaangepassten Planen unterstützt. Dazu wird das Klima am Standort analysiert. Anschließend werden, wie nachfolgende Abbildung 11 zeigt, Strategien auf Basis des psychrometrischen Diagramms formuliert. Zudem können bauliche Maßnahmen wie die Gebäudeorientierung hinsichtlich der solaren Einstrahlung analysiert werden. Mittels Farbcodierungen werden auf virtuellen Modellen Strahlungsintensitäten abgebildet (Abbildung 12).

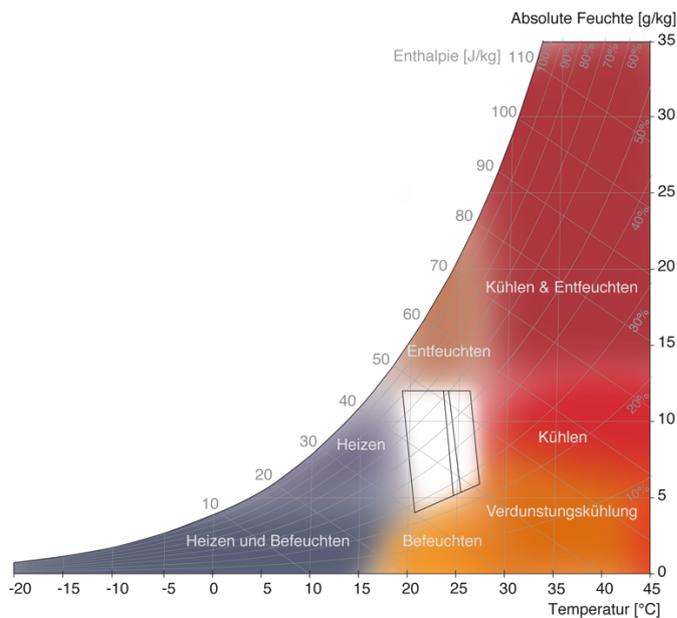


Abbildung 11 Strategien klimaangepassten Bauens auf Basis des psychrometrischen Diagramms

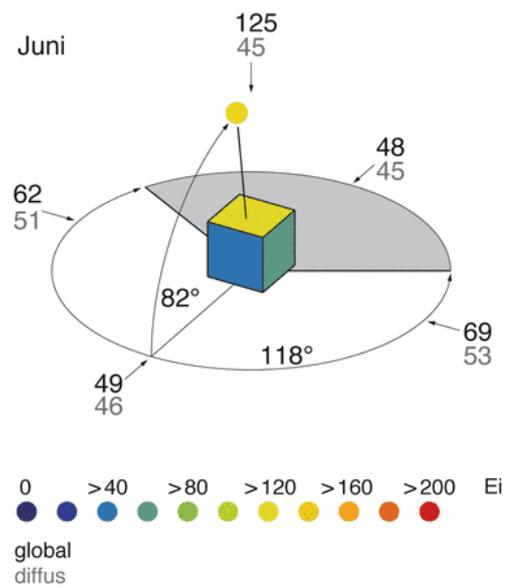


Abbildung 12 Visualisierung der auftretenden Strahlung auf der Oberfläche in kWh/m²*Monat mittels Farbcodierung

Ein weiteres digitales Tool im klimaangepassten Bauen ist der Climate Consultant (University of California, 1976). Dieser wertet Klimadaten aus, um Planern die notwendigen Informationen für eine klimaangepasste Planung zu geben. Ähnlich wie beim ClimateTool werden auf Basis des psychrometrischen Diagramms nach Givoni (1981) Strategien formuliert. Je nach ausgewählten Komfortstandard zeigt das Programm die prozentuale Zeit an, in der das Außenklima bereits einem angenehmen Innenraumklima entspricht. Des Weiteren wird die Anzahl an Stunden ausgegeben, in der die empfohlene Strategie verfolgt werden soll. Zusätzlich werden bauliche Methoden nach Watson und Labs (1983) aufgelistet, welche bei der Erreichung eines angenehmen Innenraumklimas unterstützen können. (Milne & Labib, 1990)

Neben der Ermittlung der Designstrategien und baulichen Maßnahmen können Gebäudeoptimierungsverfahren auf Basis von Simulationsprogrammen zusätzliche Ergebnisse liefern. Mithilfe von Algorithmen erfolgt eine Optimierung unterschiedlicher Designvariablen hinsichtlich festgelegter Zielgrößen. Somit kann beispielsweise bestimmt werden, welche Dimensionierungen oder Orientierungen zu einer optimierten Gebäudeperformanz hinsichtlich des Komforts oder des Energiebedarfs führen.

Z. Li et al. (2020) entwickeln ein Optimierungsverfahren für die klimaangepasste Gestaltung von Gebäuden. Zielfunktionen der Optimierung sind neben dem thermischen Komfort der Energiebedarf sowie die

globalen Gebäudekosten. Die Entwurfsvariablen sind unter anderem die Gebäudeausrichtung, die Komponenten der Gebäudehülle sowie die Fenstertypen. Berücksichtigt werden zwei Optima: das Optimum bezüglich der Energieeinsparung und der Kosten. (Z. Li et al., 2020)

Schmidt (2016) veröffentlicht ebenfalls eine Methode zur Gebäudeoptimierung. Ziel ist dabei die thermisch-energetische sowie ökonomische Optimierung von Wohngebäuden. (Schmidt, 2016)

Milne et al. (1988) zitiert nach (La Roche & Liggett, 2001) unterscheidet zwischen Entwurfs- und Analysewerkzeugen. Unterscheidungsmerkmale sind neben den Zielen der Werkzeuge die Reaktionszeit sowie die erforderlichen Ausgangsinformationen. Ein Entwurfswerkzeug gibt an, ob ein Entwurf hinsichtlich definierter Betrachtungsparameter besser oder schlechter ist als ein anderer. Ergebnisse werden schnell ausgegeben, um den Entwurfsprozess nicht zu behindern. Ein Analysewerkzeug zeigt die genaue Leistung eines Gebäudes und benötigt i. d. R. mehr Zeit für Hintergrundberechnungen. Entwurfswerkzeuge können eingesetzt werden, wenn das Gebäude vage definiert ist. Analysewerkzeuge benötigen Informationen der vollständigen Planung und erfordern deshalb mehr Eingabewerte. (La Roche & Liggett, 2001) Bei den beschriebenen Planungstools handelt es sich um Entwurfswerkzeuge. Gebäudesimulationen und Optimierungstools können ebenfalls als Entwurfswerkzeug verwendet werden. Üblicherweise werden sie jedoch meist als Analysewerkzeug eingesetzt.

Zwischenfazit: Im klimaangepassten Bauen gibt es eine Vielzahl an Entwurfswerkzeugen, welche bei der klimaangepassten Planung unterstützen. Auf Basis einer standortbezogenen Klimaanalyse werden spezifische Handlungsempfehlungen ausgegeben. Mithilfe von Gebäudeoptimierungswerkzeugen können die baulichen Methoden optimiert werden.

2.1.7 Bewertungsmethoden

Um die empfohlenen baulichen Methoden gegeneinander abwägen und den Erfolg des klimaangepassten Gebäudekonzeptes einordnen zu können, ist eine Bewertung notwendig. Aus der Metaanalyse der Veröffentlichungen im klimaangepassten Bauen geht hervor, dass die Bewertung der klimaangepassten Strategien und Methoden üblicherweise nach einer oder mehreren der nachfolgenden Methoden erfolgt:

- (1) Feldstudien
- (2) Umfragen und Interviews
- (3) Numerische Berechnungen und Modellierungen

In Feldstudien wird häufig der Energieverbrauch ermittelt sowie der Innenraumkomfort mithilfe von Messtechnik bestimmt, um das klimaangepasste Gebäude zu bewerten (Bodach et al., 2014; Borong et al., 2004; Cabeza-Lainez, 2013; Dili et al., 2010; Dili et al., 2011; Ganem et al., 2006; Koranteng et al., 2019; Kubota & Toe, 2015; Kubota et al., 2014; Manu et al., 2018; Nguyen et al., 2011; Rubio-Bellido et al., 2018; Shanthi Priya et al., 2012; Singh et al., 2011; Toe & Kubota, 2015; Yoshino et al., 2007). Umfragen und Interviews können weitere, insbesondere qualitative Erkenntnisse liefern (Foruzanmehr & Vellinga, 2011; Koranteng et al., 2019; Singh et al., 2011). Durch numerische Berechnungen oder Modellierungen (Simulationen) wird ebenfalls der Energiebedarf sowie der Komfort der Nutzer quantitativ bestimmt (Borong et

al., 2004; Cabeza-Lainez, 2013; Ganem et al., 2006; Nguyen et al., 2011; Rubio-Bellido et al., 2018; Srivastav & Jones, 2009; Worre Foged, 2019; Yoshino et al., 2007; Zhai & Previtali, 2010). Insbesondere bei Feldmessungen, Umfragen und Interviews ist es jedoch schwer, auf eine Kausalität zwischen der Leistung des Gebäudes hinsichtlich des Komforts und Energiebedarfs und der Klimaanpassung zu schließen. Beispielsweise beeinflusst der gewählte Zeitraum der Feldmessungen maßgeblich die Ergebnisse. Mithilfe von Simulation kann die Klimaanpassung von Gebäuden quantifiziert werden. Jedoch gibt es dazu derzeit noch kein einheitliches Vorgehen. Ebenfalls fehlt eine einheitliche Methode, um die ermittelten Werte des Komforts und Energiebedarfs hinsichtlich der Klimaanpassung bewerten zu können.

Zwischenfazit: Die Bewertung der Klimaanpassung erfolgt derzeit auf Basis des Energieverbrauchs sowie des Komforts. Auf eine Kausalität zwischen der Klimaanpassung und dem Energiebedarf sowie Komfort kann oftmals nicht geschlossen werden. Obwohl die notwendigen Werkzeuge bereits vorhanden sind, wird die Klimaanpassung derzeit nicht einheitlich quantifiziert. Aktuell gibt es keine einheitlichen Methoden, die Klimaanpassung eines Gebäudes zu quantifizieren und zu bewerten.

Seit den 1990er-Jahren entwickelten sich eine Vielzahl an Zertifizierungssystemen zum nachhaltigen Bauen (Ebert et al., 2010). Von Interesse ist, inwieweit die Systeme das klimaangepasste Bauen berücksichtigen und ggfs. quantifizieren und bewerten. Einige internationale Systeme wie das LEED- (Leadership in Energy and Environmental Design) oder DGNB-System (Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen) beziehen das klimaangepasste Bauen mit ein: In den Kriterienkatalogen werden passive Maßnahmen zur Verbesserung des Innenraumklimas und zur Reduktion des Primärenergiebedarfs positiv bewertet (DGNB e.V., 2018a; LEED, 2021). Das DGNB-System gibt dazu im Abschnitt *Technische Qualität* unter dem Kriterium *Einsatz und Integration von Gebäudetechnik* Punkte auf die Umsetzung vorgeschlagener passiver Maßnahmen. Beispielsweise werden für die passive Maßnahme „Sonnenschutz“ bei Vorhandensein 2,5 Punkte vergeben. Insgesamt können bis zu 10 Punkte für passive Maßnahmen vergeben werden. Da in der Kategorie *Einsatz und Integration von Gebäudetechnik* maximal 100 Punkte erreicht werden können, umfasst der Aspekt der passiven Maßnahmen und somit der Klimaanpassung lediglich 10%. (DGNB e.V., 2018a) Inwieweit berücksichtigt wird, wie sinnvoll die einzelnen Maßnahmen im konkreten Anwendungsfall sind und in welchem Maße sich der Energiebedarf reduziert, wird nicht veröffentlicht. Die Quantifizierung und Bewertung der Klimaanpassung basieren demnach im DGNB-System rein auf der Umsetzung passiver Maßnahmen, die Punktevergabe ist dabei unabhängig vom erzielten Erfolg der Maßnahme. Ähnlich verhält es sich beim Zertifizierungssystem LEED. Das älteste System BREEAM UK (2018) (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) beschäftigt sich ebenfalls mit der Reduktion des Energiebedarfs unter anderem durch passive Maßnahmen. Hier liegt der Fokus jedoch auf der Reduktion des Energiebedarfs und nicht auf den dazu führenden Maßnahmen. Im System BREEAM spielt es somit keine Rolle, ob der Energiebedarf durch passive Maßnahmen oder durch effizientere Anlagentechnik reduziert wird. (BREEAM UK, 2018) Allgemein kann festgehalten werden, dass eine Quantifizierung und Bewertung der Klimaanpassung unter Berücksichtigung des erzielten Erfolges der Anpassung in keinem Zertifizierungssystem zum nachhaltigen Bauen festgestellt werden konnte.

Fazit: Im klimaangepassten Bauen existiert bereits eine Vielzahl an Methoden zur Klimaanalyse und Ermittlung von Handlungsempfehlungen. Oftmals basieren diese auf traditionellen Bauweisen. Es zeigt sich, dass das klima- und kulturangepasste Bauen stark miteinander verknüpft ist. Zur Unterstützung im klimaangepassten Bauen gibt es zahlreiche qualitative und quantitative Methoden. Speziell entwickelte digitale Planungs- und Optimierungswerkzeuge erleichtern das klimaangepasste Bauen. Eine einheitliche Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Klimaanpassung fehlt derzeit.

2.2 Kulturangepasstes Bauen

Entsprechend der Begriffsdefinition und Erläuterung des Stand des Wissens des klimaangepassten Bauens in den Kapiteln 2.1.1. bis 2.1.7 wird nachfolgend auf das kulturangepasste Bauen eingegangen. Ziel ist es aufzuzeigen, was unter kulturangepasstem Bauen verstanden wird und welche Werkzeuge Fachplaner, Architekten und Ingenieure im kulturangepassten Bauen unterstützen.

2.2.1 Definition

Der Begriff des kulturangepassten Bauens weist eine hohe Komplexität auf und lässt eine Vielzahl an Interpretationen zu. Nachfolgend werden Definitionen zum Begriff aufgeführt, um die verschiedenen Aspekte des kulturangepassten Bauens darzulegen. Anschließend wird auf dieser Basis der Begriff des kulturangepassten Bauens für diese Arbeit abgeleitet.

Analog zum klimaangepassten Bauen wird darauf hingewiesen, dass im kulturangepassten Bauen der Begriff *Bauen* oft synonym für den Begriff *Planen* verwendet wird. Dies ist in dieser Arbeit ebenfalls der Fall. Des Weiteren wird statt dem Begriff *kulturangepasstes Bauen* oftmals der Begriff *kulturgerechtes Bauen* verwendet. Da das *Gerechte* im Begriff *klimagerechtes Bauen*, wie in Kapitel 2.1.1 erläutert, zu Missverständnissen führt und beide Begriffe oftmals zusammengeführt werden (klima- und kulturgerechtes Bauen), wird in dieser Arbeit auch im *kulturgerechten Bauen* der Begriff *gerecht* durch *angepasst* ersetzt. Zum kulturangepassten Bauen gibt es kaum Definition. Aus diesem Grund werden nachfolgend Definitionen zur Baukultur dargelegt und auf das kulturangepasste Bauen transferiert.

Kultur bedeutet laut dem Duden Online (2021) die „Gesamtheit der von einer bestimmten Gemeinschaft auf einem bestimmten Gebiet während einer bestimmten Epoche geschaffenen, charakteristischen geistigen, künstlerischen, gestaltenden Leistungen“. Häufig wird diese Definition des Begriffs Kultur durch den ergänzenden Bezug zur Architektur auf die Baukultur übertragen, wie beispielsweise im Werk von Werner (1984), indem die gebaute Umwelt (charakteristischen geistigen, künstlerischen, gestaltende Leistungen) der bäuerlichen Bevölkerung (bestimmte Gemeinschaft) im Berchtesgadener Land (bestimmtes Gebiet) zwischen dem 11. und 20. Jahrhundert (bestimmte Epoche) als „Bäuerliche Baukultur im Berchtesgadener Land“ beschrieben wird. Nach Meck (2018) ist die Auseinandersetzung mit den charakteristischen Merkmalen einer Stadt und eines Ortes für die Baukultur maßgeblich. Häufig wird der historische Bestand als charakteristisch gebaute Umwelt angesehen.

Laut dem Bundesministerium für Verkehr Bau und Stadtentwicklung (2012) bildet das historische Erbe Orientierung und den Qualitätsmaßstab für Baukultur. Auch nach dem Bremer Zentrum für Baukultur (2012) sowie Volkert (2012) ist die Baugeschichte Teil der Baukultur.

Schlussfolgerung I: Baukultur ist die charakteristisch gebaute Umwelt einer bestimmten Gemeinschaft in einem bestimmten Gebiet während einer bestimmten Epoche. Oftmals wird damit der historische Bestand assoziiert.

Unter den Charakteristika der gebauten Umwelt aus Schlussfolgerung I werden meist gestalterische, ästhetische Aspekte verstanden. Nach Willinger (2004) bezieht sich die Baukultur nicht rein auf die Ästhetik, sondern ebenfalls auf „Einstellungen, Bewertungen und Verfahren, die zur Entstehung von Bauten führen“. Das Bremer Zentrum für Baukultur (2012, 2013) ergänzt, dass Baukultur sich im Umgang mit den Bauten hinsichtlich der Planung, Nutzung, Wahrnehmung und Veränderung zeigt. Baukultur basiert auf einer Vorstellung gut gebauter Umwelt, welche sich in einem ergebnisoffenen Prozess entfaltet. Sie wird zum „Synonym positiver Bau- und Stadtentwicklung“. (Volkert, 2012)

Schlussfolgerung II: Baukultur zeigt sich im Umgang mit der gebauten Umwelt. Der Umgang mit der gebauten Umwelt bezieht sich auf die Gestaltung, Planung, Prozesse der Entstehung, Nutzung, Wahrnehmung und Veränderung.

Eine Vielzahl von Veröffentlichungen bezieht Baukultur nicht nur auf den Umgang mit dem Gebauten, sondern auf die Qualität des Umgangs. Baukultur gilt häufig als Synonym für die Qualität des Bauens. (Durth & Sigel, 2009; Morgen, 2015; Volkert, 2012; Weeber et al., 2005) Laut dem Bundesministerium für Verkehr Bau und Stadtentwicklung (2012) ist Baukultur „das Ausbalancieren vieler Qualitätsaspekte“. Neben der Qualität des Gebauten an sich sind die Prozessqualität sowie die Instrumente und Verfahren relevante Faktoren (Bundesministerium für Verkehr Bau und Stadtentwicklung, 2012; Morgen, 2015; Weeber et al., 2005). Volkert (2012) weist darauf hin, dass der Baukulturbegriff somit wertend ist und qualitätsvolles Bauen hinsichtlich einer nachhaltigen Entwicklung von einem, dass die nachhaltige Gesamtqualität nicht berücksichtigt unterscheidet. Nach Durth und Sigel (2009) sind die Qualitätskriterien dabei dynamisch und formieren sich laufend neu. Dies steht in Zusammenhang damit, dass die Gesellschaft und somit die gesellschaftlichen Werte sich stetig verändern. Weeber et al. (2005) untergliedern die Qualität in sechs Gruppen. Nachfolgende Tabelle 4 zeigt die sechs Gruppen auf und erläutert beispielhaft die Inhalte.

Tabelle 4 Gruppen der Qualitäten der Baukultur nach (Weeber et al., 2005)

Gestalterische	Harmonie und Ästhetik gesamt und im Detail: Formen, Proportionen, Farben, Materialien, erlebnisreiche und funktionale Anordnungen, gute Einfügung in die Umgebung
Ökologische	Ressourcensparendes Bauen in Material und Verarbeitung, Energieeffizienz, Kreislauffähigkeit, Flexibilität und Anpassungsfähigkeit für eine lange Lebensdauer
Ökonomische	Für Zielgruppe bezahlbar, dauerhafter Marktwert, wirtschaftlich instand zu halten, günstige Betriebskosten, wirtschaftliche Entsorgung
Soziale	Funktionalität, Zweckmäßigkeit, Annehmlichkeit, Anpassungsfähigkeit an Bedürfnisse, Rückzugs- und Kontaktmöglichkeiten, Ansehen und Wertschätzung, Integration in Nachbarschaft
technische	Dauerhaft haltbare und mängelfreie Konstruktionen, Materialien und Verarbeitung, im Neubau: Stand der Technik
städtebauliche	Anbindung an die Versorgungsinfrastruktur wie Läden, Kindertagesstätten, öffentlicher Nahverkehr, wenig Immissionsbelastung, positive Wirkung auf Stadtgestalt und Landschaft

Wie in der Tabelle 4 aufgezeigt, ist eine hohe gestalterische Qualität und somit Ästhetik des Gebauten weiterhin ein wesentlicher Aspekt der Baukultur (Bundesstiftung Baukultur, 2015; Weeber et al., 2005). Eine baukulturelle Umwelt zeichnet sich nach Durth und Sigel (2009) „jenseits aller Nützlichkeit durch ihre Schönheit“ aus. Auch Morgen (2015) weist kritisch darauf hin, dass Bürger und Stadtplaner die Ästhetik als eine der Hauptaufgaben der Baukultur ansehen. Weitere baukulturelle Aspekte sind die ökologische und ökonomische Qualität des Planens und Bauens. Dies beinhaltet nach Weeber et al. (2005) neben einem ökologisch und ökonomisch verantwortungsvollen Umgang mit Ressourcen auch nachhaltige Investitionen und Flexibilität in Hinblick auf zukünftige Nutzungen. Laut des Bayerisches Staatsministerium für Wohnen Bau und Verkehr entsteht Baukultur aus der „Synthese von landschaftsbezogener Gestaltung, ökologischen Belangen und technischen Standards“.

Schlussfolgerung III: Baukultur ist die gestalterische, ökologische, ökonomische, soziale, technische und städtebauliche Qualität des Umgangs mit der gebauten Umwelt.

Des Weiteren wird in der Literatur auf die zeitliche Dimension der Baukultur eingegangen. Baukultur wird dabei als Verknüpfung der Vergangenheit und Zukunft angesehen (Bremer Zentrum für Baukultur, 2012, 2014; Europäische Kulturminister, 2018; Kaltenbrunner & Willinger, 2009; Koll-Schretzenmayr, 2017). Laut dem Bremer Zentrum für Baukultur (2014) agiert Baukultur als „Gedächtnis und Zukunftslabor“. Sie umfasst neben der Tradition auch die Innovation (Europäische Kulturminister, 2018). Baukultur betrachtet „das baukulturelle Erbe und die zeitgenössische Baukultur als Einheit“ (Koll-Schretzenmayr, 2017). Nach Kaltenbrunner und Willinger (2009) ist neben dem Erfahrungswissen auch der aktuelle Umgang mit dem gebauten Teil der Baukultur.

Schlussfolgerung IV: Baukultur verknüpft die Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft.

Ein weiterer Gesichtspunkt ist die räumliche Dimension der Baukultur. Baukultur drückt sich immer in konkreten Projekten und Prozessen vor Ort aus (Georg et al., 2018). Baukulturelle Projekte reduzieren sich

weder auf den Wohnungsbau noch auf einzelne Bauten im Allgemeinen, sondern beziehen sich auf die gebaute Umwelt inklusive des öffentlichen Raums (Eichler, 1999; Koll-Schretzenmayr, 2017). Neben der Architektur umfasst die Baukultur somit Ingenieurbauleistungen, die Stadt- und Regionalplanung, die Landschaftsarchitektur, den Denkmalschutz, Kunst am Bau sowie den öffentlichen Raum (Bayerisches Staatsministerium für Wohnen Bau und Verkehr; Bremer Zentrum für Baukultur, 2012, 2013; Bundesministerium für Wohnen; Europäische Kulturminister, 2018; *European Conference for Architectural Policies, Vienna 2018*, 2019; Morgen, 2015; Volkert, 2012).

Schlussfolgerung V: Baukultur bezieht sich auf die gesamte gebaute Umwelt inkl. des öffentlichen Raums.

Mehrfach wird darauf hingewiesen, dass Baukultur eine öffentliche Angelegenheit und ein gesellschaftlicher Prozess ist (Bremer Zentrum für Baukultur, 2012, 2013, 2014; Bundesministerium für Verkehr Bau und Stadtentwicklung, 2012; Bundesministerium für Wohnen; Bundesstiftung Baukultur, 2015; Durth & Sigel, 2009; Georg et al., 2018; Lüttmann, 2014; Nagel, 2018; Weeber et al., 2005). Baukultur bezieht sich auf die gesamte gebaute Umwelt (Schlussfolgerung V) und betrifft somit jeden Bewohner der gebauten Umwelt. Sie trägt zum Wohle der Allgemeinheit bei und dient deshalb dem öffentlichen Interesse. (Volkert, 2012) Georg et al. (2018) weisen darauf hin, dass auch der Planungs- und Bauprozess neben Bauenden und Sachkundigen von Kommunen und Bürgern beeinflusst wird. Auch laut dem Bremer Zentrum für Baukultur (2012) sind Bürgerbeteiligungen Teil der Baukultur. Ein Weiterer baukultureller Aspekt ist die aktive und interdisziplinäre Zusammenarbeit der am Bau Beteiligten (Bundesministerium für Verkehr Bau und Stadtentwicklung, 2012; Bundesministerium für Wohnen; Weeber et al., 2005). Nach Volkert (2012) zeigt sich Baukultur unter anderem in der Herstellung der gebauten Umwelt unter Beteiligung aller Betroffenen.

Schlussfolgerung VI: Baukultur ist eine öffentliche Angelegenheit und ein gesellschaftlicher Prozess

Da Baukultur eine öffentliche Angelegenheit ist (Schlussfolgerung VI) liegt ihr Fokus nicht auf der Identität des Einzelnen, sondern auf der kollektiven Identität einer Gemeinschaft. Die Baukultur drückt diese kollektive Identität abhängig von den Wertvorstellungen einer Gemeinschaft im Gebauten aus. (Volkert, 2012) Nach Volkert (2012) ist die Baukultur „die in der Errichtung von Bauwerken verkörperte, aus einem Kommunikationsprozess resultierende, sinn- und identitätsstiftende Wertvorstellung einer Gemeinschaft zu einer bestimmten Zeit an einem bestimmten Ort.“ Baukultur ist „Teil der kulturellen Lebensäußerung einer Gesellschaft“. Ihre Entwicklung ist an die gesellschaftliche Entwicklung gekoppelt. (Volkert, 2012) Laut Weeber et al. (2005) ist zur Entwicklung der Baukultur eine Basis gemeinsamer Wertvorstellungen unabdingbar. Weeber et al. (2005) bezeichnet Baukultur „als Spiegel unserer Kultur im Ganzen“. Ethik und Sozialbewusstsein werden als relevante Aspekte der Baukultur genannt (Weeber et al., 2005). Braum und Baus (2011) definieren Baukultur als „die, ethisch verantwortete Gestaltung gebauter Räume“. Nach der Bundesstiftung Baukultur (2015); Durth und Sigel (2009) und Merk (*Hingeschaut: Baukultur in München*,

2019) ist Baukultur ein gesellschaftlicher Prozess, welcher sich in einem Austausch über Wertvorstellungen und Ziele gründet.

Schlussfolgerung VII: Baukultur basiert auf den Wertvorstellungen der Gesellschaft, spiegelt diese wider und hat eine ethische Dimension.

Laut Definition der Bundesstiftung Baukultur (2015) ist Baukultur maßgebend, um eine lebenswerte Umwelt zu schaffen. Auch nach dem Bayerischen Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr, Kaltenbrunner und Willinger (2009); Nagel (2018); Weeber et al. (2005) und Koll-Schretzenmayr (2017) soll durch Baukultur eine hohe Lebensqualität der Gebäudenutzer erzielt werden. Reiter bezeichnet Baukultur „als wesentlich für die Lebensqualität – sowohl in sozialer als auch in ästhetischer und ökologischer Hinsicht“ (*Hingeschaut: Baukultur in München*, 2019). Baukultur ist das Finden angemessener Lösungen unter Berücksichtigung der sich wandelnden Aufgabenstellungen und gesellschaftlicher Bedürfnisse. Sie ist die „menschenfreundliche Gestaltung der gebauten Umwelt“, die auf die Bedürfnisse der Bewohner eingeht. (Durth & Sigel, 2009) Nach Lüttmann (2014) beschreibt der Begriff Baukultur u. a. die „gesellschaftlichen Qualitätsansprüche an Gebäude“. Neben funktionalen, technischen und ökonomischen Anforderungen berücksichtigt die Baukultur soziale und psychologische Bedürfnisse der Bevölkerung (Europäische Kulturminister, 2018).

Schlussfolgerung VIII: Baukultur ist die Gestaltung der gebauten Umwelt, welche die Bedürfnisse der Bewohner berücksichtigt und die Lebensqualität dadurch steigert.

Die Bundesstiftung Baukultur (2015) spricht der Baukultur eine emotionale Dimension zu. Auch Durth und Sigel (2009) erläutern, dass Baukultur Emotionen der Bewohner wie beispielsweise Geborgenheit auslöst und deshalb eine baukulturelle Umwelt gepflegt und geliebt wird. Nach dem Bremer Zentrum für Baukultur (2014); *European Conference for Architectural Policies, Vienna 2018* 2019); Koll-Schretzenmayr (2017) und Weeber et al. (2005) und Reiter (*Hingeschaut: Baukultur in München*, 2019) führt Baukultur zu Identifikation und Wertschätzung der gebauten Umwelt durch die Gebäudenutzer.

Schlussfolgerung IX: Baukultur führt zu Wertschätzung und Identifikation der Gebäudenutzer mit ihrer gebauten Umwelt und weist somit eine emotionale Dimension auf.

Auf Basis der Schlussfolgerungen aus den Definitionen des Begriffs *Baukultur* wird das *kulturangepasste Bauen* konkretisiert. Im Gegensatz zu den Schlussfolgerungen des klimaangepassten Bauens gibt es zwischen den des kulturangepassten Bauens kaum Übereinstimmungen. Im klimaangepassten Bauen hängt beispielsweise die *Klimaanpassung durch vorrangig bauliche Maßnahmen (II)* mit der *Reduktion des Energiebedarfs (III)* voneinander ab. Bei der Baukultur und somit dem kulturangepassten Bauen zeigt sich hingegen, dass unterschiedliche Dimensionen betrachtet werden können. Nachfolgend sind die Schlussfolgerungen bzw. Dimensionen und somit die wesentlichen Aspekte der Definitionen nochmals aufgelistet:

- I. Baukultur ist die charakteristisch gebaute Umwelt einer bestimmten Gemeinschaft in einem bestimmten Gebiet während einer bestimmten Epoche. Oftmals wird damit der historische Bestand assoziiert.
- II. Baukultur zeigt sich im Umgang mit der gebauten Umwelt. Unter dem Umgang mit der gebauten Umwelt wird neben der Gestaltung die Planung, Prozesse der Entstehung, Nutzung, Wahrnehmung und Veränderung verstanden.
- III. Baukultur ist die gestalterische, ökologische, ökonomische, soziale, technische und städtebauliche Qualität des Umgangs mit der gebauten Umwelt.
- IV. Baukultur verknüpft die Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft.
- V. Baukultur bezieht sich auf die gesamte gebaute Umwelt inkl. des öffentlichen Raums.
- VI. Baukultur ist eine öffentliche Angelegenheit und ein gesellschaftlicher Prozess.
- VII. Baukultur basiert auf den Wertvorstellungen der Gesellschaft, spiegelt diese wider und hat eine ethische Dimension.
- VIII. Baukultur ist die Gestaltung der gebauten Umwelt, welche die Bedürfnisse der Bewohner berücksichtigt und die Lebensqualität dadurch steigert.
- IX. Baukultur führt zu Wertschätzung und Identifikation der Gebäudenutzer mit ihrer gebauten Umwelt und weist somit eine emotionale Dimension auf.

Das kulturangepasste Bauen bezieht die Baukultur **als charakteristische gebaute Umwelt einer bestimmten Gemeinschaft in einem bestimmten Gebiet während einer bestimmten Epoche (I)** mit ein. Es nimmt Bezug auf die **Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft (IV)** und umfasst **die gesamte gebaute Umwelt inkl. des öffentlichen Raums (V)**. Kulturangepasstes Bauen ist der **qualitätsvolle gestalterische, ökologische, ökonomische, soziale, technische und städtebauliche Umgang mit der gebauten Umwelt (II, III)**. Das Kulturangepasste Bauen ist **eine öffentliche Angelegenheit, ein gesellschaftlicher Prozess (VI)** und basiert auf den **Werten der Gesellschaft und spiegelt diese wider (VII)**. Es **berücksichtigt die Bedürfnisse der Bewohner, steigert die Lebensqualität (VIII), führt zu Wertschätzung und Identifikation der Gebäudenutzer mit ihrer gebauten Umwelt (IX)**.

Die Definition des kulturangepassten Bauens ist länger als die des klimaangepassten. Zudem ist die Definition unkonkreter und lässt mehr Interpretationsraum offen. Insgesamt ist der Begriff des kulturangepassten Bauens dehnbarer und wird von weichen Faktoren geprägt.

2.2.2 Metaanalyse der Literatur zum kulturangepassten Bauen

Analog zum klimaangepassten Bauen wurde im Rahmen dieser Arbeit eine Metaanalyse zu den Publikationen im kulturangepassten Bauen durchgeführt. Berücksichtigt wurden Veröffentlichungen, welche das kulturangepasste Bauen nach der Begriffsdefinition aus Kapitel 2.2.1 behandeln.

Mit dem Thema Baukultur wird sich bereits seit Anfang des 20. Jahrhunderts beschäftigt. Vorrangig wurde damit die Bewahrung des alten Bestandes verbunden, was sich häufig im Wunsch nach Beständigkeit in Zeiten dynamischen Wandels gründete (Volkert, 2012).

Wie in Abbildung 13 ersichtlich, zeigt sich seit den 1970er-Jahren ein Anstieg an Veröffentlichungen im Bereich kulturangepasstes Bauen. Die Baukultur umfasst heutzutage, wie bereits in Kapitel 2.2.1 dargestellt, weitere Dimensionen als die Bewahrung des Bestandes.

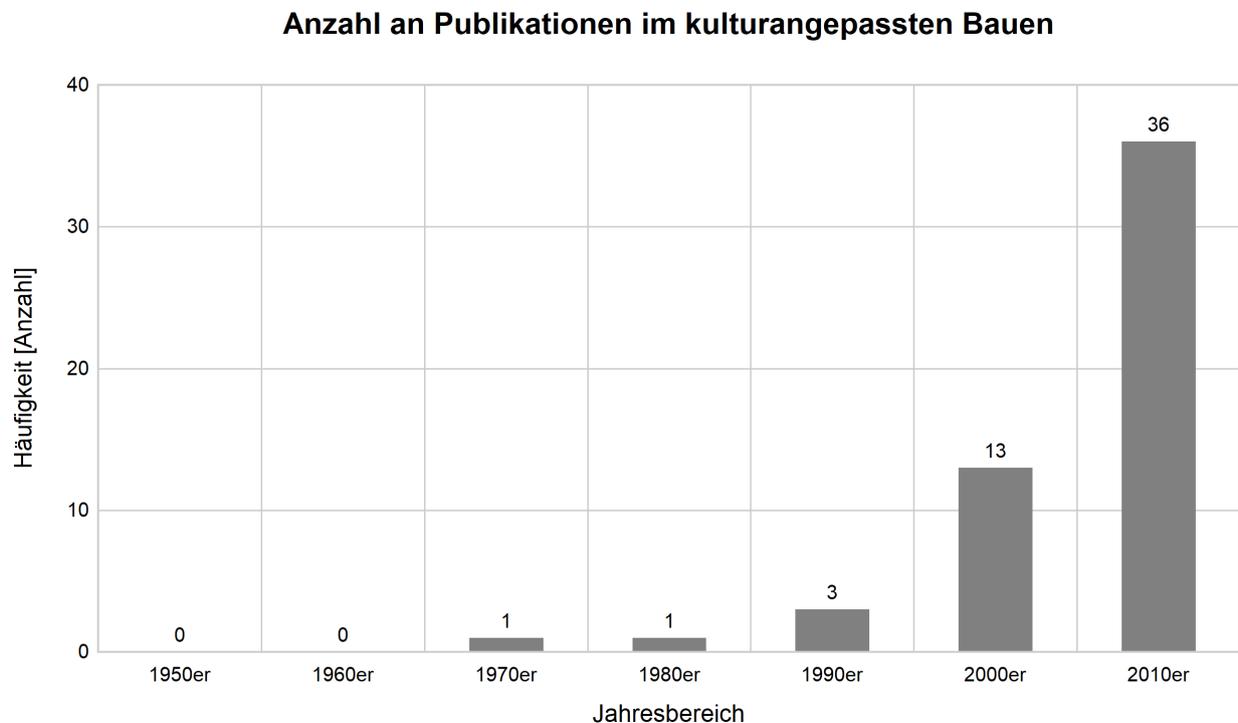


Abbildung 13 Anzahl an Publikationen im kulturangepassten Bauen nach Jahrzehnt

2.2.3 Handlungsempfehlungen

Anhand der Definition für das kulturangepasste Bauen aus Kapitel 2.2.1 wird nachfolgend der Stand des Wissens anhand der Dimensionen I bis IX aufgezeigt.

Um die Baukultur **als charakteristisch gebaute Umwelt einer bestimmten Gemeinschaft in einem bestimmten Gebiet während einer bestimmten Epoche (I)** einbeziehen zu können, gibt es eine Vielzahl an Veröffentlichungen, welche die Baukultur standortspezifisch analysieren und darstellen. Werner (1984) beschreibt beispielsweise die bäuerliche Baukultur im Berchtesgadener Land. Eichler (1999) beschäftigt sich mit den Baukulturen in der Geschichte Deutschlands. Die Denkmaltopografien (Helas et al.) legen die traditionelle Architektur sowie die historische Entwicklung eines Gebiets dar. Publikationen wie diese dokumentieren die gebaute Umwelt der **Vergangenheit** und ermöglichen **einen Bezug dazu (IV)**. Charakteristika des historischen Bestandes können in aktuellen Gebäuden zeitgemäß interpretiert werden. Beispielsweise kann die Wahl der Dachneigung in Anlehnung an den historischen Bestand dazu führen, dass sich das Gebäude kulturell besser in den Bestand fügt. Weitere Orientierung bieten ebenfalls der Bebauungsplan oder Gestaltungsrichtlinien der Kommunen. In welcher Form die Charakteristika konkret einbezogen werden, kann nicht eindeutig angegeben werden und ist von Projekt zu Projekt unterschiedlich.

Ergänzend kann durch Trendanalysen wie den Untersuchungen nach Varga et al. (2013) die **Zukunft im kulturangepassten Bauen miteinbezogen (IV)** werden. Aktuell werden beispielsweise mit Blick auf die Zukunft vermehrt Carsharing-Parkplätze, Ladestationen für Elektrofahräder oder altersgerechte Infrastrukturen umgesetzt. Die prognostizierten Trends sollten kritisch hinterfragt werden. Anpassungsfähige Konzepte ermöglichen eine flexible Nutzung, welche bei Fehlprognosen den Umgang mit dem Gebauten erleichtert.

Mit dem kulturangepassten Bauen **des öffentlichen Raums (V)** beschäftigen sich Heitele und Zillich (2010), welche u. a. Ansprüche an städtische Verkehrsräume formulieren. Adler (2010) untersucht Mobilitätskonzepte im 21. Jahrhundert. Weeber et al. (2005) geben Beispiele für kulturangepasstes Bauen im öffentlichen Bereich und nennen Aspekte, die dabei zu beachten sind. Einheitliche und transparente Kriterien für die Auswahl der Beispiele konnten nicht identifiziert werden.

Ein **qualitätsvoller, gestalterischer, ökologischer, ökonomischer, sozialer, technischer und städtebaulicher Umgang mit der gebauten Umwelt (II, III)** soll üblicherweise mittels unterschiedlicher Methoden sichergestellt werden.

Um eine hohe gestalterische und städtebauliche Qualität des Gebauten zu erzielen, finden Architekturwettbewerbe, Architektur-Biennalen (Bundesministerium für Wohnen) und Internationale Bauausstellungen (Bundesinstitut für Bau- Stadt- und Raumforschung (BBSR)) statt. Zudem werden Preise ausgelobt, wie beispielsweise die Bremer Auszeichnung für Baukultur (Bremer Zentrum für Baukultur, 2016) und somit Vorbilder benannt. Einige Veröffentlichungen zeigen ebenfalls Vorbilder für kulturangepasstes Bauen auf (*Aktuelle Architektur der Oberpfalz: Beispiele aktueller Baukultur*, 2002; Baumeister; Teichmann & Kluge, 2017; Wilhelm et al., 2000, 2011). Meist wird nicht darauf eingegangen, anhand welcher Kriterien die Beispiele gewählt wurden. Weitere Orientierung bieten sogenannte Gestaltungsfibeln und -ratgeber, welche oftmals von Bauämtern entwickelt werden. Diese beinhalten Hinweise zur Baugestaltung. In einigen Kommunen gibt es Gestaltungsbeiräte, welche bei architektonischen und stadtgestalterischen Fragestellungen unterstützen. Stadtplanungsämter können darüber hinaus ein städtisches Leitbild erstellen, welches Leitlinien für die räumliche Stadtentwicklung aufzeigt. (Bundesministerium für Verkehr Bau und Stadtentwicklung, 2012). Die Methoden sind meist qualitativer Natur.

Die ökologische Qualität kann quantitativ mithilfe einer Ökobilanz erfasst werden, die ökonomische Qualität mit Hilfe einer Lebenszykluskostenanalyse. Kriterien der sozialen Qualität sind neben der thermischen, akustischen, visuellen und lufthygienischen Behaglichkeit die Barrierefreiheit und Sicherheit. Normen, Standards und Richtlinien sollen einen Mindeststandard sichern und einen erhöhten Komfort ermöglichen. Dazu werden u. a. Grenzwerte verschiedener Messgrößen angegeben. Auch die technische Qualität soll durch Normen, Standards und Richtlinien sichergestellt werden.

Lüttmann (2014) beschäftigt sich ebenfalls mit der Definition des Qualitätsbegriffs und den zugehörigen Bewertungssystemen und entwickelt eine Gesamtbeschreibung von Qualitätskategorien der Baukultur, welche in Anhang A3 dargestellt ist.

Mit dem kulturangepassten Bauen **als Spiegel gesellschaftlicher Werte (VII)** beschäftigt sich unter anderem die Architektursoziologie. Delitz (2019a, 2019b) erläutert den Zusammenhang zwischen Gesellschaft und Architektur aus einer architektursoziologischen Sicht. Joerges (1977) betrachtet ebenfalls die Auswirkungen des Gebauten auf die Gesellschaft sowie die Auswirkungen der Gesellschaft auf das Gebaute. Gisler (1993) und Koller (1993) untersuchen den Zusammenhang aus Baukultur und dem Wertesystem der Gesellschaft. Der Fokus liegt hierbei auf der Wohnkultur. Einige Veröffentlichung fokussieren sich auf gesellschaftliche Gruppen oder Regionen. Bianca (1979) untersucht die „Architektur und Lebensform im islamischen Stadtwesen“. Lu (2019) beschäftigt sich mit dem Zusammenhang von Bauregelwerken, gesellschaftlichen Werten und Baukultur am Beispiel der USA und Europa.

Mithilfe von Bürgerbeteiligungsverfahren sowie Bürgerinitiativen wird das kulturangepasste Bauen eine **öffentliche Angelegenheit und ein gesellschaftlicher Prozess (VI)**. Bürgerbeteiligungsverfahren können nach der Intensität der Partizipation untergliedert werden. Eine Beteiligung ist bereits gegeben, wenn die Bürger informiert werden. Hier ist die Partizipation am geringsten. Die alleinige Entscheidung durch die Teilnehmenden ist das Beteiligungsverfahren mit der höchsten Partizipation. Je nach Fragestellung sind unterschiedliche Verfahren geeignet. (Nanz & Fritsche, 2012) Die Zusammenarbeit mit Bürgerinitiativen ist eine weitere Möglichkeit, die Öffentlichkeit miteinzubeziehen. Hierbei zeigen sich jedoch unterschiedliche Problematiken, welche eine Zusammenarbeit erschweren. Da in Bürgerinitiativen häufig ausschließlich Ehrenamtliche tätig sind, fehlt es an personellen, finanziellen und zeitlichen Ressourcen sowie teilweise an fachlicher Kompetenz. Oftmals sind neben der Organisation und Kommunikation die eigene Rolle sowie die zu vertretenden Standpunkte der Initiative nicht ausreichend geklärt. Des Weiteren mangelt es an Unterstützung und Vernetzung. (Georg et al., 2018) Aus dem Forschungsvorhaben *Baukultur konkret* (Georg et al., 2018) wurden 33 Formate entwickelt, um Baukulturinitiativen vor Ort zu fördern. Die Formate werden im „Formate-Baukasten“ zusammengefasst und lassen sich in fünf Gruppen untergliedern. Es wird darauf hingewiesen, dass der Baukasten kein universell einsetzbares Instrument ist und die Formate je nach lokalen Randbedingungen angepasst und ggfs. ergänzt werden müssen. Nachfolgende Tabelle 5 zeigt exemplarische Auszüge der Formate des Baukastens sowie die zugehörigen Kategorien. Die vollständige Tabelle kann Anhang A4 entnommen werden.

Tabelle 5 Auszug aus dem Formate-Baukasten zur Förderung von Baukulturinitiativen und Baukultur nach (Georg et al., 2018)

Kategorie	Format
Expertise vermitteln	- Externer Input: Einen Blick auf gelungene Projekte werfen
	- Beratung: Mit allgemeinen Fragestellungen auseinandersetzen
Gemeinsam arbeiten	- Workshop Strategie: Strukturiert und zielgerichtet arbeiten
	- Workshop Planung: Betrachtung korrekter Räume und Orte
Öffentlichkeit erzeugen	- Leerstand temporär umnutzen: Leerstand als Ort der Diskussion
	- Schaufenstergalerie: Baukultur-Ausstellung in Schaufenstern im Ortskern
Auf Reisen lernen	- Exkursion Plus: Die etwas andere Lernreise
	- Spaziergang: Gemeinsames Erkunden des Ortes
Dinge produzieren	- Postkarten: Postkarten zu lokalen Baukultur-Themen und Projekten
	- Zwei Laufmeter Baukulturliteratur: in der örtlichen Bibliothek oder anderswo

Inwieweit die Formate zu einer Verbesserung der Kulturanpassung von Gebäuden führen, wird nicht aufgezeigt.

Die direkte **Berücksichtigung der Bedürfnisse der Bewohner und somit der Steigerung der Lebensqualität (IX)** spielt bisher eine untergeordnete Rolle im kulturangepassten Bauen. Insgesamt sind kaum Veröffentlichungen in dieser Richtung zu verzeichnen. Kromrey (1981) untersucht in seiner Arbeit, wie die gebaute Umwelt von den Bewohnern eingeschätzt wird und ob sich die planbare Umwelt auf das Verhalten auswirkt. Basis ist eine Bewohnerbefragung (Kromrey, 1981). Mithilfe von Beteiligungsverfahren und Bürgerinitiativen werden teilweise Bedürfnisse berücksichtigt, jedoch beschränken sich diese oftmals auf gestalterische oder städtebauliche Aspekte. Bedürfnisse der Bewohner beispielsweise hinsichtlich der Grundrissgestaltung, dem Technologiestandard oder der Baumaterialien bleiben häufig unberücksichtigt.

Im Gegensatz zum klimaangepassten Bauen gibt es im kulturangepassten Bauen kaum Handlungsempfehlungen. Diese sind ausschließlich qualitativer und nicht digitaler, sondern analoger Natur. Das Bundesministerium für Verkehr Bau und Stadtentwicklung (2012) veröffentlicht einen „Werkzeugkasten der Qualitätssicherung“, um im kulturangepassten Bauen zu unterstützen. Dieser untergliedert sich in die Themenbereiche *weitsichtig Planen*, *gut Bauen* und *miteinander Reden* und stellt 28 Instrumente und Verfahren für die Praxis vor. Die Instrumente werden einzelnen vorgestellt und an Beispielen verdeutlicht. Nachfolgende Tabelle 6 zeigt exemplarisch Instrumente sowie die Zuordnung in die jeweilige Kategorie. Die vollständige Tabelle ist in Anhang A5 einzusehen.

Tabelle 6 Exemplarische Instrumente nach Kategorien des Werkzeugkastens der Qualitätssicherung der Baukultur nach (Bundesministerium für Verkehr Bau und Stadtentwicklung, 2012)

Kategorie	Instrumente
Weitsichtig Planen	<ul style="list-style-type: none">- Städtisches Leitbild- Integrierte Stadtentwicklungsplanung- Fachkonzepte und Regelwerke
Gut Bauen	<ul style="list-style-type: none">- Vorbildfunktion der Kommune- Einfluss auf andere Planungsträger- Baukulturförderung bei Vergabe kommunaler Grundstücke
Miteinander Reden	<ul style="list-style-type: none">- Bürgerbeteiligung und öffentliche Vermittlung- Entwerfen und Planen öffentlich machen- Anreize für gute Planung und gutes Bauen

Viele der vorgestellten Instrumente hängen von den Randbedingungen ab und können nicht ohne Weiteres von Planern eingesetzt werden. Beispielsweise kann das Instrument des städtischen Leitbildes nur verwendet werden, wenn ein städtisches Leitbild am Standort des Gebäudes existiert. Baukulturelle Aspekte von Vorbildern lassen sich teilweise schwer übertragen, insbesondere wenn die Projekte sich stark unterscheiden. Zudem sind die Kriterien für die Wahl der baukulturellen Beispiele meist intransparent, sodass eine Orientierung schwerfällt.

2.2.4 Bewertungsmethoden

Neben Methoden zur Planungsunterstützung gibt es vereinzelt Methoden zur Bewertung der Baukultur. Blumberga et al. (2019) stellen eine Methode vor, um Stadtviertel dicht bebauter städtischer Umgebungen mit einem Energieeffizienzpotenzial und einer hohen Qualität der Baukultur und Lebensqualität zu ermitteln. Die Ermittlung basiert auf einer multikriteriellen Analyse (MCA), bei der mögliche Alternativen anhand von Indikatoren bewertet werden (Blumberga et al., 2019). Für die Ermittlung der Indikatoren werden Kriterien für die Baukultur sowie für die Lebensqualität mithilfe der Methode des *paarweisen Vergleichs* (vgl. Kapitel 4.3) durch die Autoren der Studie gewichtet. Nachfolgende Tabelle 7 zeigt die Bewertungskriterien für die Baukultur und Lebensqualität. Die Definition der Kriterien ist im Anhang A6 einzusehen.

Tabelle 7 Bewertungskriterien der Baukultur und Lebensqualität nach (Blumberga et al., 2019)

Kulturelles Erbe	- Kulturelle und historische Bedeutung - Vielfalt der Bauepochen
Schutz	- Schutz vor Kriminalität und Gewalt - Schutz vor unangenehmen Sinneserfahrungen
Komfort	- Gelegenheit zum Verweilen und Sitzen - Begrünter Innenhof
Vergnügen	- Positive Sinneserfahrungen - Renovierungszyklus von Gebäuden

Mithilfe der Bewertungsmethode können Stadtviertel, nicht jedoch Gebäude bewertet werden. Zudem eignet sich die Methode ausschließlich zur Bewertung des Bestandes. Neu zu planende Stadtquartiere werden bereits durch das Kriterium der unterschiedlichen Bauepochen schlechter bewertet. Zudem ist die Reduktion einer baukulturellen Bewertung auf lediglich acht Aspekte eine extreme Vereinfachung der komplexen Thematik. Relevante Aspekte, wie z. B. der Schutz vor Klimakatastrophen, werden in der Kategorie *Schutz* vernachlässigt.

Ein weiteres Bewertungssystem ist das Davos Qualitätssystem für Baukultur (Amréus et al., 2021), welches neben der Kommunikation die Umsetzung hoher Baukultur fördern soll. Die Bewertung erfolgt auf Basis von acht Kriterien, welche sich aus der Erklärung von Davos (Europäische Kulturminister, 2018) ableiten. Die Bewertungskriterien sind gleichwertig, können jedoch in Abhängigkeit des Standortes unterschiedlich gewichtet werden. Das Bewertungssystem stellt über ein Formular Fragen zu den acht Qualitätskriterien. Das System schlägt mögliche Fragen vor, welche durch weitere Fragen spezifisch zum Ort ergänzt werden können. Die Antworten spiegeln in Textform wider, wie und ob die Qualitätsanforderungen erfüllt sind. Zudem wird ein Erfüllungsgrad auf einer Skala angezeigt. Das Endergebnis der Antworten aller Kriterien zeigt das „Niveau der baukulturellen Qualität des Ortes“. Für jedes Kriterium können Indikatoren mit Richtwerten in Abhängigkeit des Maßstabs und der Art des Projektes definiert werden, um eine detaillierte und objektive Bewertung zu ermöglichen. (Amréus et al., 2021) Nachfolgende Tabelle 8 zeigt die acht Bewertungskriterien sowie exemplarische Schlüsselfragen dazu auf. Die Tabelle mit den vollständigen Schlüsselfragen kann dem Anhang A7 entnommen werden.

Tabelle 8 Bewertungskriterien und Schlüsselfragen des Davos-Qualitätssystems für Baukultur nach (Amréus et al., 2021)

Kriterien	Schlüsselfragen
Gouvernanz	<ul style="list-style-type: none">- Sind alle Beteiligten mit dem Konzept der Baukultur vertraut und kümmern sie sich um die Qualität des Ortes?- Arbeiten die Fachleute in transdisziplinären Teams?
Umwelt	<ul style="list-style-type: none">- Fördert der Ort die Biodiversität (Gen-, Arten- und Ökosystemvielfalt)?- Fördert der Ort eine nachhaltige Mobilität?
Vielfalt	<ul style="list-style-type: none">- Trägt der Ort durch seine Eigenschaften zu einer lebendigen und gemischten Nutzung bei (z. B. Wohnen, Arbeiten, Freizeit usw.)?- Ist der Ort sozial resilient?
Wirtschaft	<ul style="list-style-type: none">- Ist der Ort auf lange Sicht rentabel?- Tragen Eigentums- und/oder Investitionsmodelle des Ortes zu lebendigen und vielfältig genutzten Quartieren bei?
Funktionalität	<ul style="list-style-type: none">- Erfüllt der Ort derzeit seinen Zweck?- Ist der Ort verkehrsfarm und kann er zu Fuß oder mit dem Fahrrad erreicht werden?
Schönheit	<ul style="list-style-type: none">- Hat der Ort eine ästhetische, räumliche und stimmungsvolle Wirkung auf die Betrachtenden?- Trägt die Schönheit des Ortes zum Wohlbefinden und zur Lebenszufriedenheit der Menschen bei?
Genius loci	<ul style="list-style-type: none">- Fördert der Ort die Ortsidentität und Ortsverbundenheit und trägt er damit zu einem Zugehörigkeitsgefühl bei?- Weist der Ort Qualitäten auf, die die Natur- und Landschaftsverbundenheit fördern?
Kontext	<ul style="list-style-type: none">- Wurde der Kontext des Ortes vor der Programmierung des Eingriffs untersucht und gründlich analysiert?- Steht die zeitgenössische Gestaltung in respektvollem Dialog mit den Merkmalen des Ortskontexts und bewahrt und verbessert sie die Qualität des Ortes?

Es wird darauf hingewiesen, dass die besten Ergebnisse durch ein interdisziplinäres und partizipatives Ausfüllen des Bogens erreicht werden. Somit soll neben der Bewertung der Dialog zwischen unterschiedlichen Parteien gefördert werden. Die Nutzer, meist Laien, haben ebenfalls die Möglichkeit, die Bewertung durchzuführen. Hierbei ist jedoch anzumerken, dass dem Nutzer dafür häufig Kompetenzen fehlen, um beispielsweise Fragen wie die Nachfolgende zu beantworten: „Ist der Ort frei von Verschmutzung und Schadstoffen (z. B. Lärm, Licht, Produkte), die für die Umwelt und die Gesundheit der Menschen schädlich sind?“.

Ein weiteres Bewertungssystem ist die Archilyse (Archilyse AG), welche die Qualität von Architektur, insbesondere von Grundrissen objektiv messbar und vergleichbar machen soll. Bei der Archilyse handelt es sich um ein digitales Tool. Auf Basis des Grundrisses und des exakten Standorts werden mithilfe von Simulationen objektive Leistungsindikatoren ermittelt. Kriterien sind beispielsweise der Ausblick, der Lichteinfall, die Lärmeinwirkungen und die Geometrie des Grundrisses. Die Qualität des Grundrisses wird in Abhängigkeit der Nutzeranforderungen ermittelt. (Archilyse AG) Welche Leistungsindikatoren betrachtet werden und wie die Beurteilung des Grundrisses zustande kommt, wird nicht veröffentlicht. Inwieweit die Beurteilung durch das Tool den Beurteilungen der Nutzer gleicht, wird nicht überprüft. Zudem bleibt unklar, ob die Bewertung kulturelle Unterschiede bezüglich der Bedürfnisse an den Grundriss oder Ähnliches berücksichtigt.

Analog zum klimaangepassten Bauen in Kapitel 2.1.7 werden die Zertifizierungssysteme zum nachhaltigen Bauen auf Berücksichtigung des kulturangepassten Bauens untersucht. Zertifizierungssysteme wie LEED (2021) oder BREEAM UK (2018) betrachten die Thematik des kulturangepassten Bauens nicht. Die DGNB e.V. beschäftigt sich mit der gestalterischen und baukulturellen Qualität von Gebäuden. Projekte mit einer Gold- oder Platin-Zertifizierung für Nachhaltigkeit nach dem DGNB-System können die zusätzliche Auszeichnung DGNB Diamant für gestalterische und baukulturelle Qualität erhalten. Die Bewertung erfolgt durch ein Gremium der Kommission für Gestaltungsqualität anhand von vier Bewertungskriterien, welche nachfolgender Tabelle 9 entnommen werden können. Die Kommission besteht aus Experten der Baubranche.

Tabelle 9 Bewertungskriterien des Systems DGNB Diamant nach (DGNB e.V.)

Kontext	- Städtebauliche Einbindung - Erschließung - Umgang mit Freiflächen
Gestalt	- Proportion/ Komposition - Gesamtanmutung - Materialität/ Farbgebung - Detaillierung
Grundriss	- Grundriss- und Innenraumgestaltung - Orientierung - Raumanordnung und -bezüge
Angemessenheit	- Umsetzung - Konstruktion - Beständigkeit/ Zeitlosigkeit

Nach Sichtung der Planungsunterlagen sowie einer Ortsbegehung kann die Kommission eine Empfehlung oder eine Anerkennung für gute gestalterische und baukulturelle Qualität aussprechen. Eine Konkretisierung der Bewertungskriterien konnte nicht ermittelt werden. Somit wird davon ausgegangen, dass die Bewertung der gestalterischen und baukulturellen Qualität auf der Meinung von Experten zu den unterschiedlichen Kriterien basiert. Fachkundige haben häufig eine andere Sichtweise auf den Betrachtungsgegenstand. Beispielsweise liegt der Fokus des Architekten ggfs. auf der maximalen Ausnutzung der Fläche, wohingegen der Nutzer ggfs. auf Fläche verzichtet zugunsten einer bestimmten (z. B. rechteckigen) Raumgeometrie. In dieser Bewertungsmethode bleibt die Meinung der Bewohner unberücksichtigt. Das japanische Zertifizierungssystem CASBEE (2014) geht ebenfalls auf kulturelle Aspekte ein. Unter der Kategorie „Townscape & Landscape“ bewertet das System die Berücksichtigung des städtischen Kontexts und des Landschaftsbildes. Unter der Kategorie „Local Characteristics & Outdoor Amenity“ wird der Erhalt lokaler Besonderheiten und des kulturellen Erbes betrachtet. Vorgestellte Beispiele sollen sinnvolle Maßnahmen verdeutlichen. Die kulturellen Bewertungskategorien sind vorgegeben. Unter der Kategorie „Sonstiges“ können weitere Aspekte hinzugefügt werden. Für unterschiedliche Maßnahmen, wie beispielsweise die Verwendung lokal relevanter Baustoffe, werden Punkte vergeben. Wie jedoch die Ausprägung des Bewertungskriteriums und die zugehörige Bewertung bestimmt wird, kann nicht nachvollzogen werden. Die Berücksichtigung der Nutzer im Design-Prozess wird in diesem System bewertet, jedoch kann auch hier nicht nachvollzogen werden, wie die Bewertung erfolgt. (CASBEE, 2014)

Nachfolgende Tabelle 10 zeigt, welche Bewertungssysteme welche Aspekte der Definition der Baukultur nach Kapitel 2.2.1 berücksichtigen. Es fällt auf, dass die Aspekte **VI, VII** („Baukultur als gesellschaftlicher Prozess“) sowie **VIII, IX** („Berücksichtigung der Bedürfnisse der Nutzer“) häufig nicht behandelt werden. Bei näherer Untersuchung der Systeme, welche den Aspekt „Berücksichtigung der Nutzer“ betrachten, fällt auf, dass dabei die Nutzer nicht involviert sind. Eine Bewertung dieses Aspektes erfolgt meist durch Expertengremien.

Tabelle 10 Berücksichtigung der Aspekte der Baukultur nach Definition aus Kapitel 2.2.1 in den Bewertungssystemen zum kulturangepassten Bauen

Bewertungssystem Baukultur	Aspekt der Definition der Baukultur (Kap. 2.2.1)
- System nach Blumberga et al. (2019)	(I) Berücksichtigung der charakteristisch gebauten Umwelt einer bestimmten Gemeinschaft in einem bestimmten Gebiet während einer bestimmten Epoche
- Davos Qualitätssystem (Amréus et al., 2021)	
- DGNB Diamant (DGNB e.V.)	
- System nach CASBEE (2014)	
- System nach Blumberga et al. (2019)	(IV) Bezug zur Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft
- Davos Qualitätssystem (Amréus et al., 2021)	
- DGNB Diamant (DGNB e.V.)	
- System nach CASBEE (2014)	
- System nach Blumberga et al. (2019)	(V) Berücksichtigung der gesamten gebauten Umwelt inkl. des öffentlichen Raum
- Davos Qualitätssystem (Amréus et al., 2021)	
- DGNB Diamant (DGNB e.V.)	
- System nach CASBEE (2014)	
- System nach Blumberga et al. (2019)	(II; III) Qualitätsvoller, gestalterischer, ökologischer, ökonomischer, sozialer, technischer und städtebaulicher Umgang mit der gebauten Umwelt
- Davos Qualitätssystem (Amréus et al., 2021)	
- DGNB Diamant (DGNB e.V.)	
- CASBEE (2014)	
- Davos Qualitätssystem (Amréus et al., 2021)	(VI, VII) Öffentliche Angelegenheit, ein gesellschaftlicher Prozess, basiert auf den Werten der Gesellschaft und spiegelt diese wider
- System nach CASBEE (2014)	
- Archilyse (Archilyse AG)	(VIII, IX) berücksichtigt die Bedürfnisse der Bewohner, steigert die Lebensqualität, führt zu Wertschätzung und Identifikation der Gebäudenutzer mit ihrer gebauten Umwelt
- DGNB Diamant (DGNB e.V.)	
- CASBEE (2014)	

Fazit: Insgesamt zeigt sich ein steigendes Interesse am kulturangepassten Bauen. Veröffentlichungen, Handlungsempfehlungen und Bewertungssysteme unterstützen die Sensibilisierung für die Thematik. Der Großteil der Veröffentlichungen im kulturangepassten Bauen verwendet qualitative Methoden.

Im Gegensatz zum klimaangepassten Bauen gibt es im kulturangepassten Bauen weniger Veröffentlichungen zur Analyse der Baukultur oder zu Handlungsempfehlungen. Methoden zur Baukulturanalyse sind oftmals nicht an jedem Standort umsetzbar oder von Subjektivität geprägt. Ebenfalls sind die existierenden Handlungsempfehlungen häufig spezifisch und nicht auf alle Projekte anwendbar. Digitale Planungstools oder Handlungsempfehlungen gibt es nicht. Vereinzelt gibt es Bewertungssysteme zum kulturangepassten Bauen. Oftmals sind die Kriterien nicht eindeutig spezifiziert und allgemein gehalten. Teilweise beschränken sich die Bewertungen auf einzelne Aspekte der Baukultur. Zudem wird eine Bewertung meist vorrangig von Experten durchgeführt. Es zeigt sich, dass die Thematik schwer objektivierbar ist. Häufig fehlt ein

direkter Einbezug der Meinungen, Bedürfnisse und Wünsche der Nutzer. Konkrete Methoden, um die Bedürfnisse der Nutzer zu ermitteln, finden kaum Anwendung. Ein nutzerzentrierter Ansatz ist nicht zu erkennen. Es gibt keine Methode, die die Kulturanpassung quantifizierbar und bewertbar macht und den Fokus auf die Bedürfnisse der Nutzer legt.

2.3 Forschungslücke und Relevanz

Im klimaangepassten Bauen findet man mehrfach **Definitionen**, die sich meist gleichen oder zumindest überschneiden. Zudem gibt es bereits eine Vielzahl an **Methoden, das Klima zu analysieren**, um die für das Bauwesen relevanten Erkenntnisse zu erlangen. Des Weiteren unterstützen analoge **Handlungsempfehlungen**, Gebäude baulich an das vorherrschende Klima anzupassen. **Handlungsstrategien** zeigen dabei grundlegende bauphysikalische Anforderungen auf, welche bei der klimaangepassten Planung zu berücksichtigen sind. Vorschläge konkreter **baulicher Maßnahmen** zeigen Wege der Umsetzung auf. Eine Überführung der Methoden zur Klimaanalyse sowie der damit verbundenen Handlungsempfehlungen in **digitale Planungs- und Optimierungstools** führt zu Zeitersparnis und erleichtert das klimaangepasste Bauen. Nach Looman (2017) garantiert das Wissen über das klimaangepasste Bauen keine richtige Interpretation und Umsetzung durch den Architekten. Neben der Analyse und Generierung sind die Bewertung und Kommunikation notwendige Phasen des Entwurfsprozesses (Looman, 2017). Fehlt die Bewertung, kann der Entwurf nicht eingeschätzt und verbessert werden. Eine **Quantifizierung und Bewertung** der Klimaangepasstung erfolgt meist durch Feldmessungen und Simulationen des Energiebedarfs sowie der Behaglichkeit des Innenraumklimas. Umfragen liefern qualitative Erkenntnisse. Ein Vergleich mit klimaangepassten Bauten dient meist als Bewertungsgrundlage. Häufig kann bei Feldmessungen eine Korrelation zwischen der Klimaangepasstung und des Energiebedarfs erkannt werden. Jedoch gibt es zu viele weitere Einflussgrößen, um eine Kausalität festzustellen. Ohne die Kausalität zwischen der Klimaangepasstung und den Bewertungsgrößen (Energiebedarf und Behaglichkeit) zu kennen, ist eine Bewertung nicht möglich. **Eine eindeutige Bewertungsgröße für die Klimaangepasstung fehlt**. Mithilfe von Simulationen wird häufig der Einfluss einzelner Designvariablen (z. B. Fensterflächengröße) auf den Energiebedarf ermittelt und somit eine Kausalität zwischen einem Aspekt der Klimaangepasstung und der Energieeinsparung oder Behaglichkeit erkannt. Eine allumfassende Bewertung der Klimaangepasstung wird jedoch in der Regel nicht durchgeführt. Umfragen und weitere qualitative Methoden sind häufig von Meinungen geprägt und erschweren eine objektive Bewertung. Allgemein ist zu sagen, dass es Werkzeuge gibt, um die Klimaangepasstung zu quantifizieren (Feldmessungen, Simulationen) und zu bewerten. Dennoch gibt es derzeit keine allgemeine **Quantifizierungsmethode** der Klimaangepasstung, welche auf einer Kausalität zwischen der Klimaangepasstung und den Bewertungsgrößen basiert. Eine Bewertung resultiert meist aus einem Vergleich.

Das kulturangepasste Bauen ist weniger erforscht und weniger konkret als das klimaangepasste Bauen. Einige Veröffentlichungen beschäftigen sich mit der **Begriffsdefinition** des kulturangepassten Bauens bzw. der Baukultur. Eine eindeutige Definition gibt es jedoch derzeit noch nicht. Ebenso gibt es keine einheitlichen **Methoden, die Baukultur an einem Standort zu analysieren**. **Handlungsempfehlungen**

in Form von **allgemeinen Strategien oder konkreten Vorschlägen** gibt es kaum. Die Tabelle in Anhang A8 zeigt einen Überblick, welche Empfehlungen hinsichtlich welcher Aspekte der Baukultur existieren. Untersuchungen der Baukultur als *charakteristische gebaute Umwelt einer bestimmten Gemeinschaft in einem bestimmten Gebiet während einer bestimmten Epoche (Aspekt I, Definition Kapitel 2.2.1)* ermöglichen eine Berücksichtigung dieses Aspekts der Baukultur. Gestaltungsleitfäden dienen ebenfalls der Berücksichtigung dieses und weiterer Aspekte. Die Empfehlungen sind jedoch häufig spezifisch und nicht auf alle Projekte anwendbar. Ähnlich verhält es sich mit Architekturwettbewerben. Informationen aus Veröffentlichungen mit Vorbildern kulturangepassten Bauens sind ebenfalls meist nicht übertragbar, da in der Regel keine konkreten Kriterien für die Kulturanpassung genannt werden oder die Projekte zu individuell sind. Die vorhandenen Instrumente der Nachhaltigkeit unterstützen den *qualitätsvollen ökologischen, ökonomischen, sozialen und technischen Umgang mit der gebauten Umwelt (Aspekt II, III)*, den *gestalterischen* und *städtebaulichen* nur eingeschränkt. Trendanalysen ermöglichen ein *zukunftsfähiges Bauen (Aspekt IV)*. Diese sind jedoch selten vorhanden und mit Unsicherheiten behaftet, da die Prognosen unerwartete Ereignisse kaum berücksichtigen. Bürgerbeteiligungen unterstützen den Aspekt, dass Baukultur eine *öffentliche Angelegenheit und ein gesellschaftlicher Prozess (Aspekt VI)* ist sowie auf den *Werten der Gesellschaft basiert (Aspekt VII)*. Allgemein gibt es für Planer jedoch wenig konkrete Unterstützung im kulturangepassten Bauen. Zudem zeigt sich, dass insbesondere für den *Aspekt VIII, die Berücksichtigung der Bedürfnisse der Nutzer*, keine Handlungsempfehlungen vorliegen. Vereinzelt werden **Methoden zur Bewertung** der Kulturanpassung veröffentlicht. Oftmals basiert die Bewertung auf der Meinung von Experten. Aufgrund **fehlender transparenter Kriterien** wirken die Bewertungen häufig subjektiv. Zudem sind die Methoden zur Ermittlung und Bewertung der Kulturanpassung vorrangig qualitativ. Eine Methode zur Quantifizierung und Bewertung des kulturangepassten Bauens gibt es derzeit nicht. Auch bei den vorhandenen Bewertungsmethoden konnte kein nutzerzentrierter Ansatz identifiziert werden.

Insgesamt zeigt sich, dass es weder für die Klima- noch für die Kulturanpassung eine allgemeine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode gibt. Im klimaangepassten Bauen existieren bereits konkrete, erprobte Werkzeuge, um derartige Methoden zu entwickeln, im kulturangepassten Bauen nicht. Somit zeigt sich im kulturangepassten Bauen zudem die Notwendigkeit, Werkzeuge zur Quantifizierung und Bewertung des kulturangepassten Bauens zu ermitteln. Des Weiteren wird im kulturangepassten Bauen die Rolle des Nutzers bisher weitgehend vernachlässigt. Nachfolgende Abbildung 14 gibt eine Übersicht zum Stand des Wissens im klima- und kulturangepassten Bauen sowie zu den Forschungslücken. Der Stand des Wissens ist dabei umrahmt, die Forschungslücken heben sich durch die graue Farbgebung ab.

Stand des Wissens zum klima- und kulturangepassten Bauen



Abbildung 14 Stand des Wissens im klima- und kulturangepassten Bauen mit Darstellung der Forschungslücken

3 Empirische Studie zum klima- und kulturangepassten Bauen

Nach Aufzeigen des Stand des Wissens sowie der sich daraus ergebenden Forschungslücke in Kapitel 2 wird in diesem Kapitel eine empirische Studie vorgestellt, welche im Rahmen der Arbeit durchgeführt wurde. Ziel der empirischen Datenanalyse ist es, das theoretische Wissen mit dem aus der Praxis abzugleichen. Des Weiteren wird die Relevanz eines Lösungsansatzes zur Schließung der Forschungslücke ermittelt. Die theoretischen Anforderungen an einen Ansatz, welche in Kapitel 2.3 aufgeführt sind, werden durch Anforderungen basierend auf den empirischen Daten ergänzt. Kapitel 3.1 stellt dazu die durchgeführte empirische Studie vor. Kapitel 3.1.1 erläutert die Vorgehensweise und den Aufbau der Studie. In Kapitel 3.1.2 werden darauffolgend die Ergebnisse übersichtlich dargestellt. Abschließend werden in Kapitel 3.2 die Schlussfolgerungen aus der Analyse der empirischen Daten gezogen.

3.1 Interviewstudie zum klima- und kulturangepassten Bauen

Um neben dem Stand des Wissens ein detaillierteres Verständnis über den Umgang mit dem klima- und kulturangepassten Bauen in der Praxis zu erhalten, wurden im Rahmen dieser Arbeit empirische Daten mittels einer Interviewstudie erhoben. Die Literaturrecherche aus Kapitel 2 hat gezeigt, dass es keine vergleichbaren Untersuchungen gibt. Die Interviewstudie wurde teilweise als Studienarbeit durchgeführt (Stainer, 2021). In den folgenden Abschnitten werden die Vorgehensweise sowie Ergebnisse der Studie erläutert.

3.1.1 Vorgehensweise und Aufbau der Interviewstudie

Es gibt eine Vielzahl an Möglichkeiten, empirische Daten mittels einer Interviewstudie zu erheben. Da diese Arbeit sich mit der Planung beschäftigt, war Ziel der Datenerhebung, den Umgang mit dem klima- und kulturangepassten Bauen in der Planungsphase zu ermitteln. Dazu wurden am Planungsprozess beteiligte Experten aus der Baubranche in einem Interview qualitativ befragt.

Die im Planungsprozess beteiligten Akteure wurden mittels einer Stakeholderanalyse identifiziert, welche in Anhang B1 eingesehen werden kann. Stellvertretend für die unterschiedlichen Berufsfelder wurden verschiedene Experten interviewt. Ziel war es, Experten aus der Baubranche zu interviewen, welche direkt oder indirekt am Planungsprozess von Hochbauten beteiligt sind. Ein Experte zeichnet sich dabei durch seine berufliche Qualifikation sowie sein spezifisches Fachwissen im Bauwesen aus. Die Beurteilung der Eignung eines Experten erfolgt laut Kaiser (2014) durch den Forschenden. Insgesamt wurden 37 Experten kontaktiert, 31 Experten nahmen am Interview teil. Aufgrund des Datenschutzes wurden die personenbezogenen Daten bis auf die Zugehörigkeit zum Berufsfeld anonymisiert. Als Quellangabe wird eine Codierung eingeführt. Diese setzt sich aus einer Abkürzung des Berufsfeldes und einer laufenden Nummer zusammen.

Tabelle 11 zeigt die Anzahl an Interviewpartnern (IP) nach dem jeweiligen Berufsfeld sowie die Abkürzung des Berufsfeldes. Einige Experten werden mehreren Berufsfeldern zugeordnet. In der Codierung wird das Berufsfeld verwendet, mit welchem sich der Teilnehmende vorrangig identifiziert.

Tabelle 11 Anzahl an Interviewpartnern nach Berufsfeld

Abkürzung	Berufsfeld	Anzahl an Interviewpartnern
IB	Ingenieurbüros: Projektentwicklung, Bauphysik, Statik, Energieberatung und Lebenszyklusbetrachtung	10
BH	Behörden: Bauämter	2
PO	Politik: Kommunen	1
WI	Wissenschaft: Architektur, Bauphysik, Gebäudetechnik, Architektursoziologie und Kulturwissenschaften	10
IV	Interessensvertretungen: Berufskammern, Baukultur- und Heimatpflege	4
OE	Öffentlichkeitsarbeit: Zeitschriftenpublikation	2
ZF	Zertifizierung: Umwelt- und Produktdeklaration	2
BP	Bauprodukt- und Bauteilhersteller	3
AB	Ausführende Betriebe	2

Bei der Datenerhebung handelte es sich um teilstandardisierte Interviews, bei welchen die Fragen einem zuvor entwickelten Leitfaden folgen. Dies sichert, dass jedem Experten dieselben Fragen gestellt werden und die Ergebnisse sich somit vergleichen lassen. Die meisten Fragen sind qualitativer Art, wodurch detaillierte Antworten möglich sind und der Experte sein Wissen wiedergeben kann, ohne durch vorgegebene Antwortmöglichkeiten eingeschränkt zu sein. Ergänzende quantitative Skalen-Fragen ermöglichen eine Überprüfung der Interpretation der qualitativen Fragen und geben zusätzliche Informationen. Somit handelt es sich um einen Mixed-Method-Ansatz, welcher qualitative und quantitative Methoden kombiniert (Kuckartz, 2014). Im Gegensatz zum standardisierten Interview ist die Reihenfolge der Fragen nicht festgelegt und kann an den Gesprächsverlauf angepasst werden, um so harmonische Übergänge zwischen den Fragen zu ermöglichen. Bei der Konzeption des Leitfadens wurde darauf geachtet, welche Wissensform der Experten abgefragt wird. Bogner et al. (2014) unterscheiden dazu zwischen drei Wissensformen:

- Technisches Wissen: Daten und Fakten, „sachdienliche Informationen“, Tatsachen
- Prozesswissen: Einsicht in Handlungsabläufe, Interaktionen, organisationale Konstellationen, Ereignisse
- Deutungswissen: subjektive Relevanzen, Sichtweisen, Interpretationen, Deutungen, Sinnentwürfe und Erklärungsmuster

In dieser Arbeit wird vorrangig das Prozesswissen abgefragt. Laut Bogner et al. (2014) handelt es sich somit um ein systematisierendes Experteninterview. Der Aufbau des Interviewleitfadens und somit des Interviews orientiert sich an den vier Phasen nach Misoch (2019):

1. Informationsphase
2. Einstiegsphase
3. Hauptphase
4. Abschlussphase

In der Informationsphase werden die Hintergründe sowie das Vorgehen der Studie erläutert. Die Einstiegsphase dient zur Einfindung in die Interviewsituation und gibt den Befragten die Möglichkeit, sich und seine Tätigkeit vorzustellen. Die Hauptphase beschäftigt sich mit den relevanten Fragen zum klima- und kulturangepassten Bauen in der Praxis. Diese kann in die Kategorien „Allgemeines Meinungsbild“, „Herausforderungen und Chancen im klima- und kulturangepassten Bauen“ sowie „Quantifizierungs- und Bewertungsmethoden im klima- und kulturangepassten Bauen“ unterschieden werden. Des Weiteren wurden Fragen zum entwickelten Forschungsansatz dieser Arbeit in der Kategorie 4 gestellt. Die Auswertung dieser erfolgt in Kapitel 7. Um ein übereinstimmendes Verständnis zu gewährleisten, wurden grundlegende Begriffe (z. B. klimaangepasstes Bauen) definiert und diskutiert. Insgesamt wurden im Interview 33 qualitative und 37 quantitative Fragen in ca. 60 Minuten gestellt. Die Struktur des Leitfadens kann Abbildung 15 entnommen werden, der Leitfaden ist in Anhang B2 einzusehen.

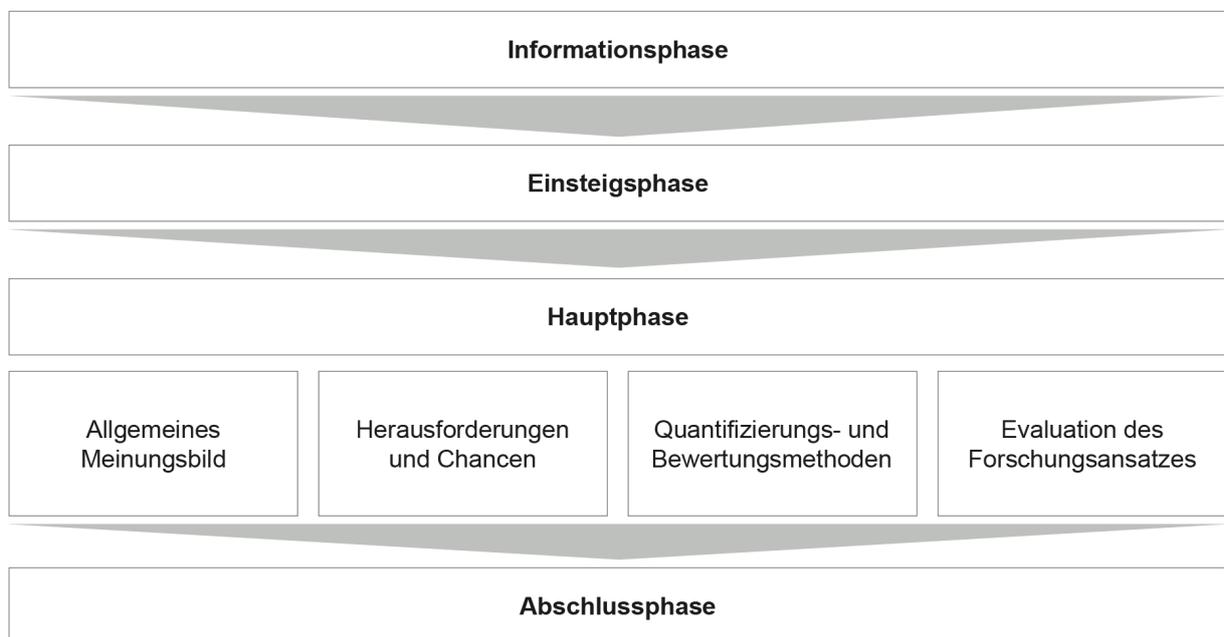


Abbildung 15 Struktur des Leitfadens der Experteninterviews

Aufgrund der Corona-Pandemie konnte kein Interview in Präsenz durchgeführt werden. 28 Interviews fanden als digitale Video-Interviews statt und zwei Interviews wurden telefonisch durchgeführt. Diese 30 Interviews wurden audio-aufgezeichnet und anschließend transkribiert. Ein Interview wurde schriftlich beantwortet.

Die Auswertung der gewonnenen Daten erfolgte anhand einer qualitativen Inhaltsanalyse durch Extraktion nach Gläser und Laudel (2010). Hierbei werden neben Häufigkeits- auch interpretative Textanalysen nachvollziehbar durchgeführt. Mithilfe eines deduktiv entwickelten Kategoriensystems wurden die Transkripte auf relevante Informationen untersucht, um diese anschließend zu extrahieren. Das Kategoriensystem wird anhand der transkribierten Interviews induktiv weiterentwickelt. Die Extraktionsergebnisse wurden einer Kategorie zugeordnet und anschließend qualitativ analysiert. Gleiche Aussagen verschiedener Interviewpartner wurden zusammengefasst, Widersprüche gegenübergestellt. Abschließend folgte die Interpretation der Ergebnisse. Die Vorgehensweise der Datenauswertung ist in nachfolgender Abbildung 16 zu sehen.

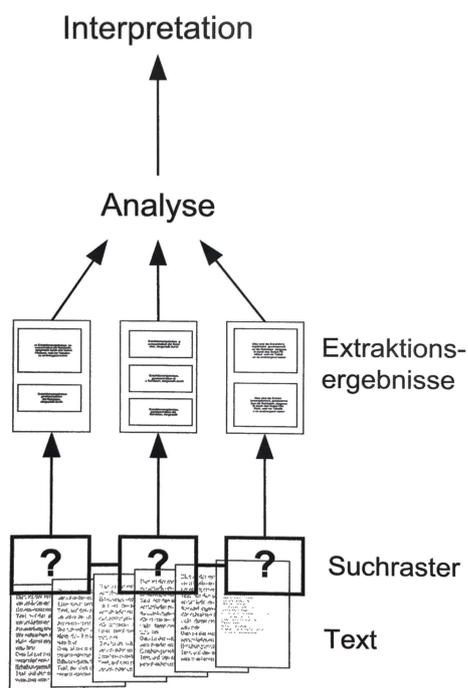


Abbildung 16 Prinzip der qualitativen Inhaltsanalyse (Gläser & Laudel, 2010)

3.1.2 Ergebnisse der Interviewstudie

In diesem Kapitel werden die extrahierten Inhalte der Interviewstudie analysiert und zusammengefasst. Des Weiteren werden die quantitativen Skalen-Fragen ausgewertet und vorgestellt. Analog zum Kapitel 2, dem Stand des Wissens, wird zunächst auf die Definition der Begriffe klima- und kulturangepasstes Bauen aus Sicht der Experten eingegangen. Anschließend werden das allgemeine Meinungsbild sowie die Herausforderungen und Chancen im klima- und kulturangepassten Bauen diskutiert. Des Weiteren wird das Wissen der Experten zu Quantifizierungs- und Bewertungsmethoden im Bereich klima- und kulturangepasstes Bauen dargelegt. Abschließend wird die Repräsentativität der Studie anhand der demografischen Daten diskutiert.

Definition der Begriffe klima- und kulturangepasstes Bauen

Um das Verständnis der Begrifflichkeiten klima- und kulturangepasstes Bauen aus der Praxis zu ermitteln, wurden die Experten nach Definitionen der Begriffe befragt. Im Rahmen der Interviews wurden noch die gebräuchlichen *Begriffe klima- und kulturgerechtes Bauen* verwendet. Die vollständig genannten Definitionen der 31 Interviewpartner können Anhang B3 entnommen werden.

Der Begriff *klimaangepasstes bzw. klimagerechtes Bauen* war den Befragten geläufig. Alle Interviewten konnten eine Definition des Begriffs geben. Viele der Experten empfinden das klimaangepasste Bauen als eine Selbstverständlichkeit. 55% der befragten Experten verstehen unter dem klimaangepassten Bauen die Anpassung des Gebäudes an das regionale Klima in der Planungsphase (vgl. Aspekt I Kapitel 2.1.1). Neben der Anpassung des Energiekonzeptes sowie der Anpassung der verwendeten Baustoffe werden vorrangig bauliche Maßnahmen (vgl. Aspekt II Kapitel 2.1.1) genannt. Ein weiterer Aspekt, welcher von 20% der Experten vorgebracht wird, ist das Wohlbefinden des Nutzers hinsichtlich des Innenraumklimas. Klimaangepasstes Bauen bedeutet in diesem Kontext einen hohen Komfort oder zumindest einen Grundkomfort (vgl. Aspekt II Kapitel 2.1.1) mit minimalem und/oder nachhaltigen Ressourcenverbrauch (vgl. Aspekt III Kapitel 2.1.1) zu ermöglichen. Ergänzend wird der Einsatz lokaler Energiegewinnung genannt.

„Klimagerechtes Bauen ist das Verständnis des lokalen Klimas und die Interaktion von Räumen mit diesem Klima im Sinne einer hohen Aufenthaltsqualität bei minimalem Ressourcenverbrauch.“
(WI_2)

3 von 31 Experten setzen das *klimaangepasste Bauen* mit dem *klimawandelangepassten Bauen* gleich der Anpassung des Gebäudes an das künftige Klima. Ein Experte weist ebenfalls, wie auch in Kapitel 2 erläutert, auf die Mehrdeutigkeit des Begriffs *klimagerechtes Bauen* hin. 35% der Interviewten verbinden das klimaangepasste Bauen mit dem *nachhaltigen Bauen* oder setzen es damit gleich. Die Verwendung regionaler Ressourcen wird als wesentlicher Aspekt klimaangepassten Bauens gesehen. 16 % verstehen unter klimaangepasstem Bauen ein umwelt- und ressourcenschonendes Bauen, 6% ein CO₂-neutrales Bauen. Drei Experten sprechen vom klimaangepassten Bauen als ein „Nachkommen-achtendes“ Bauen.

„Klimagerechtes Bauen steht im Einklang mit den Bedürfnissen zukünftiger Generationen und auch den Bedürfnissen der Ressourcennutzung zukünftiger Generationen.“ (OE_1)

Analog zur Literatur wird mehrfach auf die Bauweisen traditioneller Architektur verwiesen. Vereinzelt wird auch die städtebauliche Ebene angesprochen: Ein solidarisches Energiekonzept auf Quartiersebene oder die allgemeine Verkehrsreduktion werden von einzelnen Experten als Teil des klimaangepassten Bauens angesehen.

Nachfolgende Abbildung 17 gibt einen Überblick über das Verständnis des Begriffs klimaangepasstes Bauen aus Sichtweise der Experten.

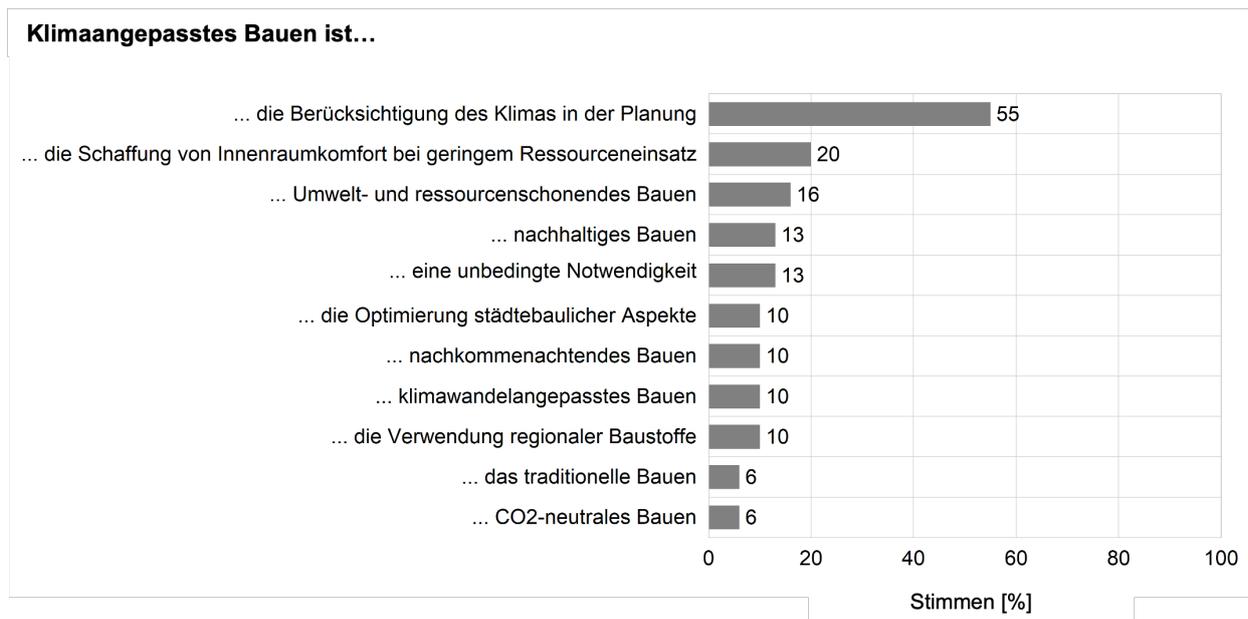


Abbildung 17 Übersicht des Begriffsverständnisses *klimaangepasstes Bauen* der Experten

Der Begriff des *kulturangepassten bzw. kulturgerechten Bauens* war den Befragten weniger geläufig als der des *klimaangepassten*. Es fiel den Befragten schwer, den Begriff zu definieren. 13% der Experten gaben an, dass es sich beim kulturangepassten Bauen um ein schwieriges Thema handelt. 19% der Interviewten sind der Meinung, dass eine Definition fehlt.

„In der Regel ist die Übersetzung dessen, was eine Kultur an Anforderungen an das Gebäude hat, sehr schlecht definiert beziehungsweise gar nicht vorhanden. Also wenn Sie jetzt mal im eigenen Umfeld fragen würden, was die Münchner als baukulturell betrachten, würden Sie wahrscheinlich auch kaum eine Antwort kriegen.“ (AB_1)

Es zeigt sich, dass das kulturangepasste Bauen ebenfalls häufig auf den Planungsprozess bezogen wird. 19% der Experten verstehen darunter die Berücksichtigung der Kultur bzw. des kulturellen Kontextes der Region in der Planung. Zwei der Befragten sind der Meinung, dass dazu ein Verständnis der lokalen Kultur notwendig ist, ein Experte nannte den kulturellen Hintergrund des Planenden als Notwendigkeit. Drei Experten vertreten die Auffassung, dass kulturangepasstes Bauen anpassend sein kann, jedoch auch sich bewusst absetzend, wie das beispielsweise bei Leuchtturmprojekten häufig der Fall ist.

Ein weiterer Aspekt, welcher von 16% der Befragten genannt wurde, ist der Erhalt der charakteristischen Umgebung. Die Berücksichtigung örtlicher Gegebenheiten, Verhältnisse, Traditionen sowie der Spiritualität und Religion werden in diesem Kontext genannt. Hierbei wird von einigen Experten erwähnt, dass der Erhalt und die Berücksichtigung auf eine moderne Weise erfolgen sollte und nicht konservativ zu sehen ist. Analog zum klimaangepassten wird das kulturangepasste Bauen mit der traditionellen Architektur bzw. dem historischen Gebäudebestand in Verbindung gebracht: 10% der Experten verstehen unter kulturangepasstem Bauen die Berücksichtigung der Bauweise, welche sich über Jahrhunderte in einer Region

entwickelt hat. Der Bezug auf die traditionelle Bauweise bezieht sich neben der Optik auf weitere Aspekte wie die Bautechnik und Raumaufteilung.

Ein Experte betont, dass das kulturangepasste Bauen nicht nur die Optik des Gebäudes betrifft, zwei Experten hingegen benennen eine kulturelle Optik als wesentlichen Aspekt kulturangepassten Bauens. 16% der Befragten verstehen unter dem kulturangepassten Bauen die Berücksichtigung und das Respektieren kulturell bedingter Lebensweisen und Alltagsgewohnheiten. Hier zeigt sich ein nutzerzentrierter Ansatz. Die Bedürfnisse der Nutzer beziehen sich dabei laut einem Experten ebenfalls auf Bedürfnisse resultierend aus der Nutzungsart (Seniorenwohnheim, Studierendenwohnheim etc.).

„Man muss auf die menschlichen Bedürfnisse, die traditionell sich entwickelt haben, eingehen und sollte meiner Ansicht nach nicht den Leuten unsere Kultur überstülpen.“ (BP_1)

Neben den Ansprüchen des Nutzers wird die Berücksichtigung traditioneller gesellschaftlicher Bedürfnisse unter kulturangepassten Bauen verstanden. 10% der Interviewpartner nennen den gesellschaftlichen Kontext, den architektonischen Beitrag dazu und dessen Auswirkungen als Teil des kulturangepassten Bauens. Kulturangepasstes Bauen ist ein Bauen für die Gemeinschaft, eine Bauweise, welche die Sozialdynamik einer Gesellschaft versteht.

„[Kulturangepasstes Bauen] ist ein ganz sozialer Vorgang, der den Augen des Betrachters genügen muss und nicht des Schöpfers.“ (IV_2)

Teilweise wird das kulturangepasste Bauen auch mit dem Klimaangepassten in Verbindung gebracht. Ein Experte bezeichnet das klima- und kulturangepasste Bauen als „logischen Zirkelschluss“ (IV_1). 20% der Befragten sind der Meinung, dass klima- und kulturangepasstes Bauen sich bedingt oder das gleiche ist.

„Ein Teil von Baukultur ist, wenn man sehen kann, dass das Gebäude mit dem Klima in Einklang ist.“ (OE_1)

Entsprechend dem klimaangepassten Bauen wird das kulturangepasste Bauen ebenfalls mit dem nachhaltigen Bauen verbunden. 10% der Befragten sprechen von der architektonischen Nachhaltigkeit. Die Verwendung regionaler Materialien wird von ebenfalls 10% der Interviewpartner als ein Aspekt kulturangepassten Bauens gesehen. Von einem der Befragten werden soziale und kulturelle Gebäude wie Museen, Kirchen und Schulen als kulturangepasste Bauten verstanden.

Nachfolgende Abbildung 18 gibt eine Zusammenfassung über das Begriffsverständnis der Experten hinsichtlich des kulturangepassten Bauens.

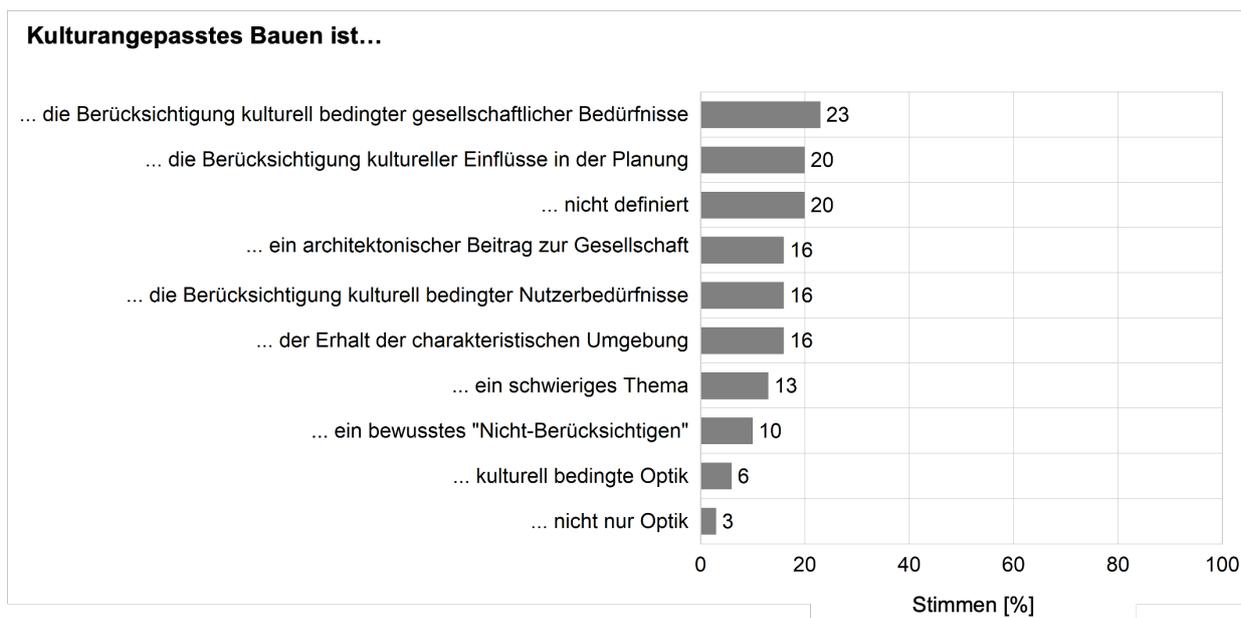


Abbildung 18 Übersicht des Begriffsverständnisses *kulturangepasstes Bauen* der Experten

Allgemeines Meinungsbild

Um das aktuelle Meinungsbild zu ermitteln, wurden die Experten zur Gegenwärtigkeit und dem Stellenwert des klima- und kulturangepassten Bauens in der Praxis befragt.

Zu Beginn beurteilten die Interviewteilnehmenden, ob die Begriffe klima- und kulturangepasstes Bauen im eigenen Berufsalltag eine Rolle spielen. Hinsichtlich des klimaangepassten Bauens antworteten, wie in Abbildung 19 zu sehen, 90% der Experten mit „ja“, 3% mit „nein“ und 7% mit „eher weniger“.

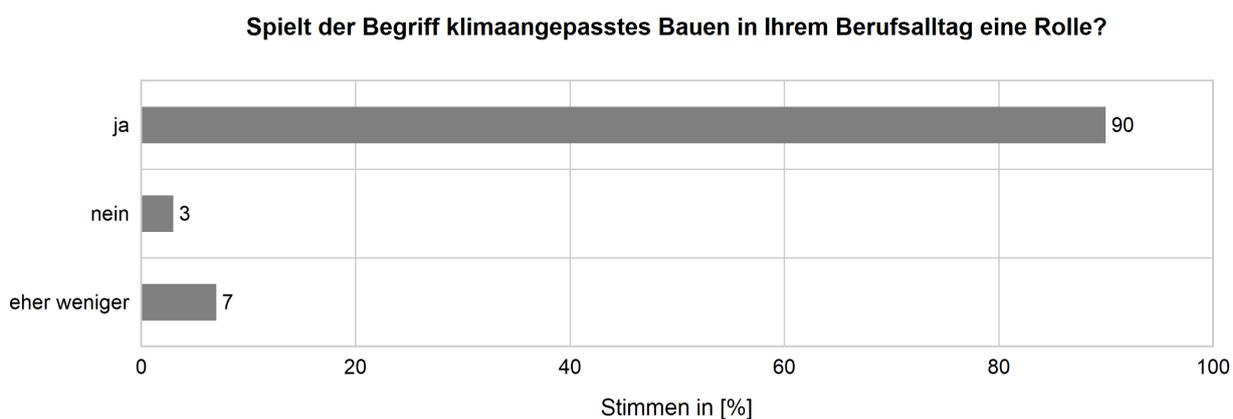


Abbildung 19 Verteilung der Einschätzung der Rolle des klimaangepassten Bauens im Berufsalltag

Bezüglich des kulturangepassten Bauens bejahten, wie Abbildung 20 aufzeigt, 48% der Interviewten die Frage, 23% antworteten mit „nein“ und 29% mit „eher weniger“. 6% der Interviewten, welche mit „eher weniger“ antworteten, geben an, sich lediglich indirekt im Berufsalltag mit dem kulturangepassten Bauen zu beschäftigen oder es durch ihre Tätigkeit zu beeinflussen.

Spielt der Begriff kulturangepasstes Bauen in Ihrem Berufsalltag eine Rolle?

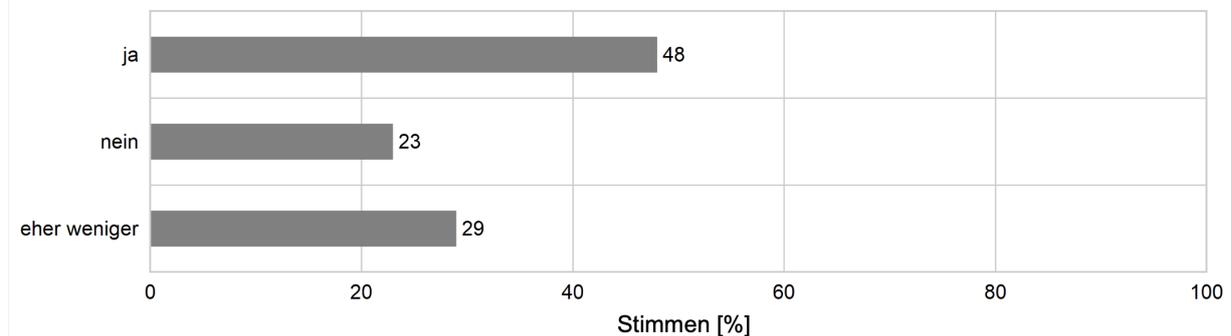


Abbildung 20 Verteilung der Einschätzung der Rolle des kulturangepassten Bauens im Berufsalltag

Abermals zeigt sich, dass der Begriff des kulturangepassten Bauens weniger geläufig ist. 26% geben an, den Begriff nicht zu kennen oder dessen Bedeutung nicht einordnen zu können. Alternative Begriffe wie „nutzergerecht“ oder „menschengerecht“ werden von den Experten als gängiger angesehen.

Vier der 31 Befragten sprechen dem klimaangepassten Bauen eine höhere Relevanz zu als dem kulturangepassten. Dies wird zum einen damit begründet, dass die Bekanntheit des kulturangepassten Bauens zu gering ist und zum anderen, dass das kulturangepasste Bauen als kritische Thematik angesehen wird. Die größere Rolle des klimaangepassten Bauens in der Praxis wird zudem auf den Klimawandel und die damit verbundene Notwendigkeit der Energieeinsparung zurückgeführt. 19% der Befragten schätzen die Relevanz des klima- und kulturangepassten Bauens gleich hoch ein. Zwischen den Disziplinen wird dabei ein starker Zusammenhang gesehen. Einige Experten sind der Meinung, dass das kulturangepasste Bauen ein Teil des klimaangepassten ist, andere sehen das klima- als Teil des kulturangepassten.

Ein Weiterer Aspekt, um das Meinungsbild in der Praxis zu ermitteln, ist die Einschätzung der Notwendigkeit des klima- und kulturangepassten Bauens. 90% der Experten sehen das klimaangepasste Bauen als notwendig. 39% der Befragten begründet die Notwendigkeit durch den Klimawandel. Weitere genannte Gründe wie der Energieverbrauch, die Nachhaltigkeit, das Null-Emissionen-Bauen sowie die Verfügbarkeit von Ressourcen weisen einen Zusammenhang mit der Thematik des Klimawandels auf. Die zunehmende Verdichtung in den Städten und damit verbundene Heat Island Effekte begründen ebenfalls laut Experten die Notwendigkeit des klimaangepassten Bauens. Das kulturangepasste Bauen wird von 42% als notwendig erachtet. Neben der Stärkung regionaler Bauweisen werden Gründe genannt wie das Geben oder die Wahrung eines Charakters von Ortschaften. Die Vermittlung eines Identitätsgefühls durch die gebaute Umwelt sowie das Europäische Bauhaus sind weitere genannte Gründe. 7% der Befragten gaben an, sich zu wenig mit der Thematik auszukennen, um die Notwendigkeit einschätzen zu können. Ein Experte vertritt die Meinung, dass das kulturangepasste Bauen eher nicht notwendig ist. Ein Befragter äußert, dass das klima- und kulturangepasste Bauen eher im außereuropäischen Kontext von Notwendigkeit ist. Im Gegensatz dazu wird in einem anderen Interview die Notwendigkeit des klima- und kulturangepassten Bauens in Deutschland aufgrund der Vorbildfunktion als hoch eingeschätzt.

Das Interesse an der Thematik wird ebenfalls beim klimaangepassten Bauen höher eingeschätzt als beim kulturangepassten. 19% der Befragten sehen ein steigendes Interesse am klimaangepassten Bauen, 16% ein (mäßig) steigendes Interesse am kulturangepassten Bauen. Ein Experte erläutert, dass bei wenigen Architekten, welche über wirtschaftliche Aspekte hinausdenken, ein wachsendes Interesse an klima- und kulturangepasster Architektur zu verzeichnen ist. In einem weiteren Interview wird dargelegt, dass das Interesse für klimaangepasstes Bauen sich aufgrund der EnEV (heute GEG) in eine falsche Richtung entwickelt. Des Weiteren wird die Beobachtung geäußert, dass das Interesse im Wohnungsbau zu gering, bei großen städtischen Projekten hingegen häufig vorhanden ist. Ein Experte ist der Meinung, dass das Interesse am *kulturunabhängigen* Bauen steigt wie beispielsweise dem Bauen von Villen im italienischen Toskana-Stil in Bayern. Zudem wird dargelegt, dass die Begrifflichkeiten wenigen Personen bewusst sind und sich die Aufmerksamkeit eher auf Zertifizierungen richtet. Diese berücksichtigen laut Experten das klima- und kulturangepasste Bauen wenig.

Mittels quantitativer Fragen wurden die Experten um eine Einschätzung der Einstellung ihrer Berufsgruppe hinsichtlich des klima- und kulturangepassten Bauens gebeten. Nachfolgende Abbildung 21 zeigt das Ergebnis der Auswertung. Im Gegensatz zum kulturangepassten Bauen ist dem klimaangepassten Bauen keiner der Experten kritisch gegenüber eingestellt. Die Ingenieurbüros sind sich in Ihrer Meinung bezüglich des klima- und kulturangepassten Bauens nicht einig, was u. a. darauf zurückzuführen ist, dass diese Berufsgruppe die höchste Anzahl an Interviewteilnehmern aufweist. Insgesamt zeigt sich, dass in allen Berufsgruppen die Unterstützung gegenüber dem klimaangepassten Bauen höher eingeschätzt wird als im Kulturangepassten.

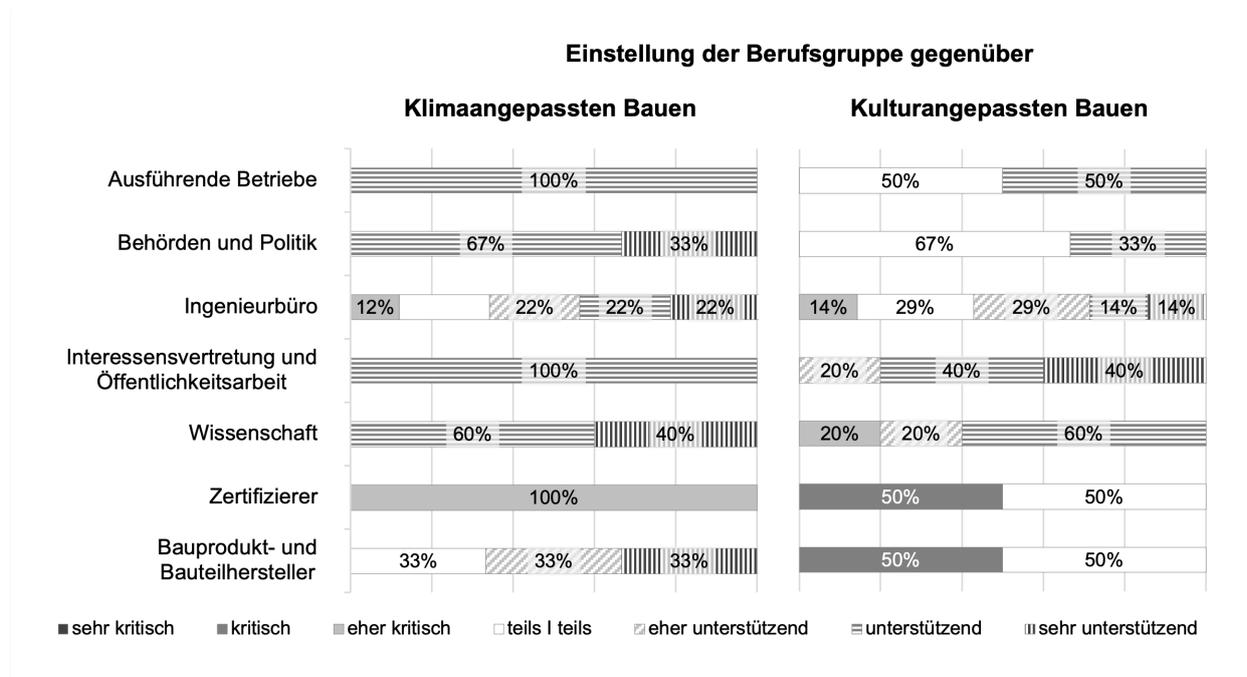


Abbildung 21 Einschätzung der Einstellung zum klima- und kulturangepassten Bauen nach Berufsfeld

Des Weiteren wurden die Experten gebeten, die Einflussmöglichkeit ihrer Berufsgruppe auf das klima- und kulturangepasste Bauen einzuschätzen. Auch hier zeigt sich, dass die Einflussmöglichkeiten des klimaangepassten Bauens höher eingeschätzt werden als beim kulturangepassten (Abbildung 22).

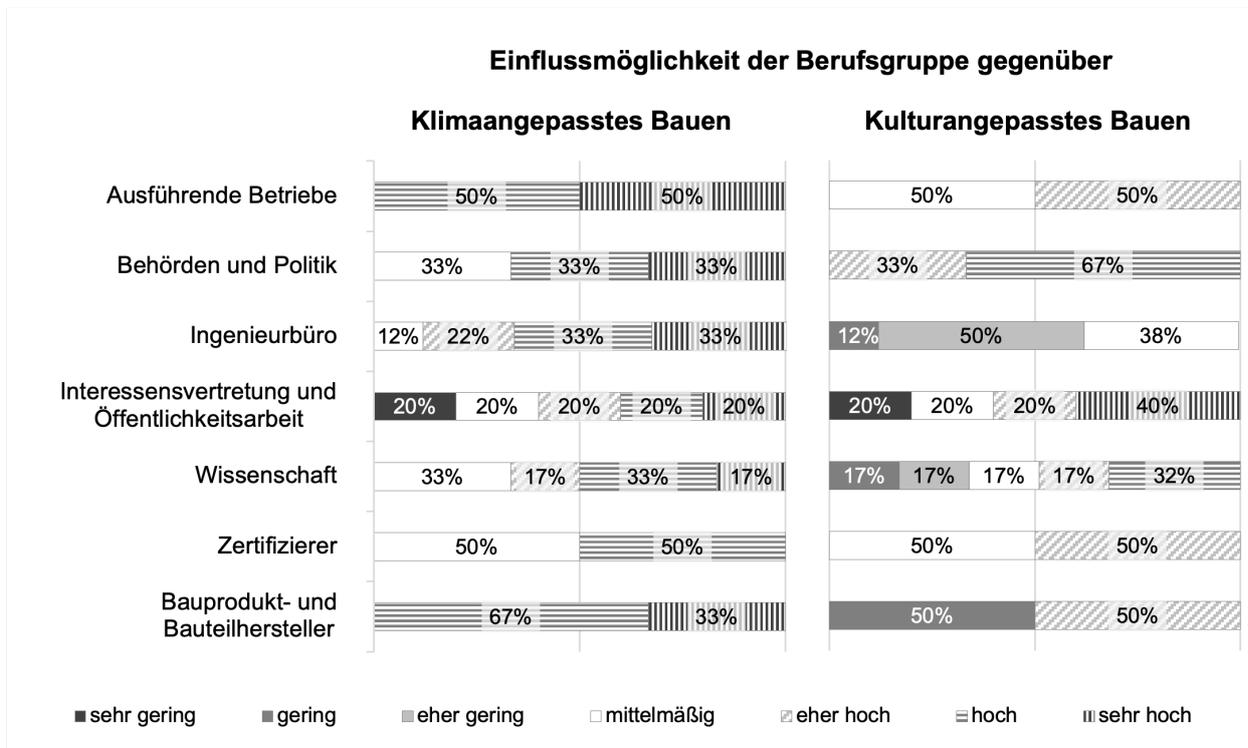


Abbildung 22 Einschätzung der Einflussmöglichkeiten im klima- und kulturangepassten Bauen nach Berufsfeld

Die Einschätzung, wie die aktuelle Baukultur bzw. die Klimaanpassung von Gebäuden zu bewerten ist, teilt sich hauptsächlich in drei Meinungsgruppen. 39% der Befragten empfinden die aktuelle klima- und kulturangepasste Architektur als nicht gut. Diese wird als durchschnittlich, einfallslos, uniform und hauptsächlich ökonomisch geprägt empfunden. Zudem werden die Optik der Gebäude sowie die Energiekonzepte bemängelt: Die aktuelle Architektur weist zu viele Glasflächen auf und benötigt deshalb zu häufig aktive Systeme. Passive Baumaßnahmen werden zu sehr vernachlässigt. In mehreren Interviews wird ein Handlungsbedarf gesehen, jedoch werden auch Ausnahmen eingeräumt. 29% sind der Meinung, dass bereits klima- und kulturangepasst gebaut wird. Weitere 29% bewerten die aktuelle Architektur indifferent: Teilweise wird klima- und kulturangepasst gebaut, teilweise nicht.

Herausforderungen und Chancen

Nach Befragung zum allgemeinen Meinungsbild schätzten die Experten die Herausforderungen und Chancen des klima- und kulturangepassten Bauens ein. Zudem werden Strategien genannt, mit welchen man den Herausforderungen begegnen kann.

Der meistgenannte Aspekt, welcher als Herausforderung angesehen wird, sind die Kosten. 58% der Befragten sind der Meinung, dass das Bauwesen vorrangig ökonomisch geprägt ist. Mehr als die Hälfte der Experten äußern, dass im Planungsprozess zu wenig Geld investiert wird und eine Planungsphase 0 fehlt. Die Planung richtet sich oftmals nach den Kosten pro Quadratmeter, Entscheidungen werden nach Rendite-Kriterien getroffen. Dies ist jedoch in Hinblick auf die Projektart (privater oder öffentlicher Bauherr, Einfamilienhaus oder Großprojekt) zu differenzieren. Das Aufzeigen der ökonomischen Vorteile durch eine klimatische, aber insbesondere eine kulturelle Anpassung wird als schwierig angesehen. Simulationen, welche eine mögliche Kosteneinsparung durch eine klimaangepasste Bauweise aufzeigen können, werden aus monetären Gründen selten genutzt. Den Bauherren fehlt ein offensichtlicher (monetärer) Mehrgewinn durch eine klima- und kulturangepasste Bauweise. Als weitere Herausforderungen werden von 13% der Experten die kürzeren Zeiten im Bauablauf genannt: Planung und Ausführung finden teilweise parallel statt. Zudem weist der Planungsprozess eine immer größere Komplexität auf.

„Es ist sicherlich auch ein weiterer Punkt, was dem so ein bisschen im Wege steht, dass es halt einfacher ist, schlichtweg einen Standard zu bauen.“ (Interview 14)

Als weitere Herausforderung werden von 10% der Interviewpartner das virtuelle bzw. digitale Bauen gesehen. Das klima- und kulturangepasste Bauen wird von Themen wie BIM und Smarthome verdrängt. Neben der Technologisierung wird die Globalisierung als Herausforderung benannt. Der globale Wandel führt laut 10% der Experten zu einer weltweit einheitlichen Bauweise dem internationalen Stil. Die gleichförmigen Gebäude werden als *klima- und kulturunangepasst* bezeichnet. 10% der Befragten sind der Meinung, dass durch die Globalisierung das Übertragen von westlichen Bauweisen in andere Länder zunimmt. Dies führt zu raumklimatischen Problematiken, da sich meist das Klima maßgeblich unterscheidet und eine direkte Übertragung nicht möglich ist. Des Weiteren werden lokale kulturelle Einflüsse vernachlässigt.

„Und wenn dann klimagerechte Lösungen gezeigt werden, dann muss den Leuten halt vermittelt werden, dass das für dieses Klima und den Standort die richtige Lösung ist und nicht für einen anderen Standort und ein anderes Klima.“ (BP_1)

Es wird von der Dominanz westlicher Kulturen gesprochen. In einem Interview wird als weitere Herausforderung das kulturunangepasste Bauen aus politischen Gründen angesprochen. Hierbei werden von nationalen Regierungen kulturelle Aspekte bewusst in der Planung ignoriert, um die Lebensweise insbesondere von ethnischen Minderheiten zu erschweren oder andere politische Ziele zu verfolgen. Als weiteren Grund für die Nachfrage nach dem internationalen Stil nennen 6% der Befragten das Prestige bzw. Image von Bauherren.

„[Oftmals wird nicht klima- und kulturangepasst baut, wenn z. B.] eine Bank sich repräsentieren möchte und meint, die Glasfassade muss es jetzt sein.“ (BH_2)

Ein Drittel der Experten sehen eine weitere Herausforderung in den aktuell geltenden Vorschriften. Mehrfach wird genannt, dass die Normen und Richtlinien weder klima- noch kulturangepasstes Bauen noch eine Kreislaufwirtschaft unterstützen. 30% der Experten sind der Meinung, dass es zu viele Vorschriften gibt und die Komplexität sowie die Anforderungen zu hoch sind. Dies führt zu einem Mehraufwand und zusätzlichen Kosten durch Zertifizierungen und zu strenge Vorgaben.

„Jetzt können wir uns vielleicht verschiedene andere Dinge, die viel wichtiger wären, nicht mehr leisten, weil wir schon so viel [Normen, Richtlinien und Vorschriften] berücksichtigen müssen.“
(IB_6)

Mehrmals wird darauf hingewiesen, dass die Bebauungspläne oftmals zu streng sind und der Architekt somit in seinen Designmöglichkeiten zu stark eingeschränkt wird. Das Vergaberecht der Europäischen Union wird ebenfalls als problematisch für das klima- und kulturangepasste Bauen angesehen. Ein kulturangepasstes Bauen wird nach Meinung von drei Experten durch einen kulturfremden Erbauer und nicht regionalen Handwerkern erschwert, da diese sich ggfs. weniger mit der Bauaufgabe identifizieren oder das Verständnis für die lokale Baukultur fehlt. Eine weitere Herausforderung sieht ein Experte durch Einschränkungen, welche sich aus der Gebäudeversicherung ergeben, beispielsweise hinsichtlich der Nachlüftung zur passiven Kühlung des Gebäudes.

6% der Befragten sind der Meinung, dass nicht ganzheitlich und dauerhaft gebaut wird. Die Reduktion der Betrachtung auf den Energiebedarf im Betrieb stellt eine Herausforderung dar. Insgesamt sollte der kumulierte Energieaufwand mehr berücksichtigt werden. Eine Veränderung der Perspektive in der Bauwirtschaft wird als notwendig angesehen. Ein Interviewteilnehmer erläutert, dass die Bauwirtschaft jedoch aufgrund ihrer Heterogenität und Dezentralität hinsichtlich Veränderungen träge ist.

Eine bereits mehrfach genannte Problematik, welche ebenfalls von 10% der Befragten als Herausforderung angesehen wird, sind die fehlenden Definitionen, insbesondere der Baukultur. Es fehlt eine gemeinsame Beurteilungsgrundlage, was klima- und kulturangepasstes Bauen ist. Eine Definition des kulturangepassten Bauens wird laut einem Experten dadurch erschwert, dass das kulturangepasste Bauen von weichen Faktoren geprägt wird. 13% der Befragten äußern, dass die Übersetzung der baukulturellen Anforderungen schwer umsetzbar ist. Es fehlen Key-Performance-Indikatoren für das kulturangepasste Bauen. Das Einbringen der kulturellen Anforderungen in den Architektenentwurf wird als Herausforderung empfunden. Eine Methode, wie man Baukultur in den Entscheidungsprozess und den Entwurf integriert, ist nicht vorhanden.

In einem Interview wird dargelegt, dass das kulturangepasste Bauen zu wenig wissenschaftlich ist. Allgemein sind 13% der Befragten der Meinung, dass im klima- und kulturangepassten Bauen zu wenig geforscht wird. Die Wechselwirkung zwischen Architektur und Gesellschaft wird laut Experten in der Architektur zu wenig betrachtet. Zudem gibt es im klimaangepassten Bauen hauptsächlich statische Lösungen. Dynamische Lösungsansätze sind laut Aussage eines Experten noch nicht ausreichend erforscht.

„Und tatsächlich ist im kulturellen Bereich vieles an Worthülsen kleben geblieben, weil das Faktische fehlt. Key-Performance-Indikatoren fehlen, es ist zu wenig wissenschaftlich und zu sehr Prosa.“ (IB_5)

Neben fehlender Forschung nennen 19% der Befragten, dass es an Techniken in der Praxis als auch an Literatur und Lehre im klima- und kulturangepassten Bauen mangelt. Durch das unzureichende Lehrangebot fehlt es an Kenntnissen über die Thematik. Architekten, Ingenieure, Planer und Bauherren wissen zu wenig, was klima- und kulturangepasstes Bauen ist und welche passiven Maßnahmen es gibt.

„Es gibt weder Literatur noch Lehre noch Lehrstühle, die sich damit beschäftigen. Also wie will ein Architekt oder ein Planer oder ein Bauherr denn diese passiven Techniken kennen? Und alles, was mit Technik gemacht werden kann, wird gemacht, aber das ist nicht umweltverträglich. Das ist einfach eine Bildungsfrage.“ (IV_2)

In diesem Zusammenhang werden abermals die Globalisierung und Industrialisierung als Herausforderung genannt, worauf der Verlust an Wissen über das klima- und kulturangepasste Bauen zurückgeführt wird. 10% der Befragten sind der Meinung, dass die Techniken zum klima- und kulturangepassten Bauen vorhanden sind, jedoch zu wenig genutzt werden. 23% der Interviewteilnehmer äußern, dass die Architekten zu wenig für die Thematik des klimaangepassten, aber insbesondere des kulturangepassten Bauens sensibilisiert werden. Es fehlt an Auseinandersetzung mit sozialwissenschaftlichen Themen und an Vermittlung gesellschaftstheoretischer Kenntnisse, beispielsweise auch in Fachzeitschriften. In einem Interview wird geäußert, dass die baukulturelle Ausbildung in der Schullaufbahn fehlt.

29% der Befragten nennen das mangelnde Bewusstsein der Bauherren und Nutzer für das klima- und kulturangepasste Bauen als Herausforderung. 19% der Befragten sind der Meinung, dass die Bereitschaft zur Auseinandersetzung mit der Thematik fehlt. Ein Interviewteilnehmer spricht von Vorurteilen gegenüber alternativen Konzepten und Baustoffen insbesondere im ländlichen Raum. Die Motivation, nicht den üblichen Weg einzuschlagen, ist oftmals gering. 19% der Experten nennen den Geschmack der Bauherren oder Gremien von Wettbewerben als Herausforderung. Oftmals wird das klima- und kulturangepasste Bauen nicht als modisch empfunden.

„Da würde ich sagen, ist ein sehr großer Faktor die Bereitschaft, sich auch mit [kulturellen] Dingen auseinanderzusetzen, die außerhalb unseres eigenen Selbstverständnisses liegen.“ (WI_6)

Eine weitere Herausforderung des klima- und kulturangepassten Bauens ist laut Interviewteilnehmern der Nutzer. 16% der Befragten vertreten die Meinung, dass dieser zu wenig berücksichtigt wird. Als einer der Gründe werden abermals die ökonomischen Zwänge im Bauwesen angeführt. In einem Interview wird die steigende Anspruchshaltung der Bevölkerung beispielsweise hinsichtlich der Größe und des Komforts als

Herausforderung genannt. 6% der Befragten nennen den hohen Nutzereinfluss als Herausforderung. Oftmals nutzt der Nutzer laut Experten das Gebäude nicht wie geplant. Eine Einweisung in die Verwendung fehlt häufig.

„Aber man spricht eigentlich nicht mit den Nutzern. Also die Partizipationsprozesse mag man ja auch als Architekt nicht so gerne. Also das ist ein Punkt, wo es häufig unangenehm wird.“ (WI_6)

10% der Interviewteilnehmer nennen das Bauen im Bestand als Herausforderung. Insgesamt sind sich die Experten einig, dass der Bestand zu wenig betrachtet wird und der Fokus auf dem Neubau liegt unter anderem aufgrund der Zertifizierungen. Zum einen fehlen Lösungen für den Bestand, zum anderen sind die Möglichkeiten aufgrund von Vorschriften und anderen Rahmenbedingungen stark eingeschränkt, was u. a. auf die Fokussierung im Bauwesen auf den Energiebedarf im Betrieb zurückgeführt wird. Die bereits gebundene graue Energie des Bestandes wird zu wenig berücksichtigt. Als weitere Problematiken des Bauens im Bestand werden das höhere Risiko verglichen mit dem Neubau sowie die Frage nach der Amortisierung der Klimaanpassung genannt.

Insgesamt nennen die Experten eine Vielzahl an Herausforderungen im klima- und kulturangepassten Bauen. Eine Häufung mancher Aspekte kann dabei festgestellt werden. Nachfolgende Abbildung 23 fasst die genannten Herausforderungen unter Berücksichtigung der Häufigkeit ihrer Nennung grafisch zusammen.



Abbildung 23 Worthäufigkeit der von den Interviewpartnern genannten Herausforderungen im klima- und kulturangepassten Bauen

Ergänzend zu den qualitativen Fragen zu den Herausforderungen wurden die Experten quantitativ befragt. Auf Basis des Stand des Wissens aus Kapitel 2 wurden dazu acht Herausforderungen abgeleitet. Diese sollten von den Experten eingeschätzt werden. Alle acht genannten Herausforderungen wurden bereits von den Experten im qualitativen Fragenteil angesprochen. Nachfolgende Abbildung 24 zeigt die Zustimmung der Experten zu den genannten Hypothesen.

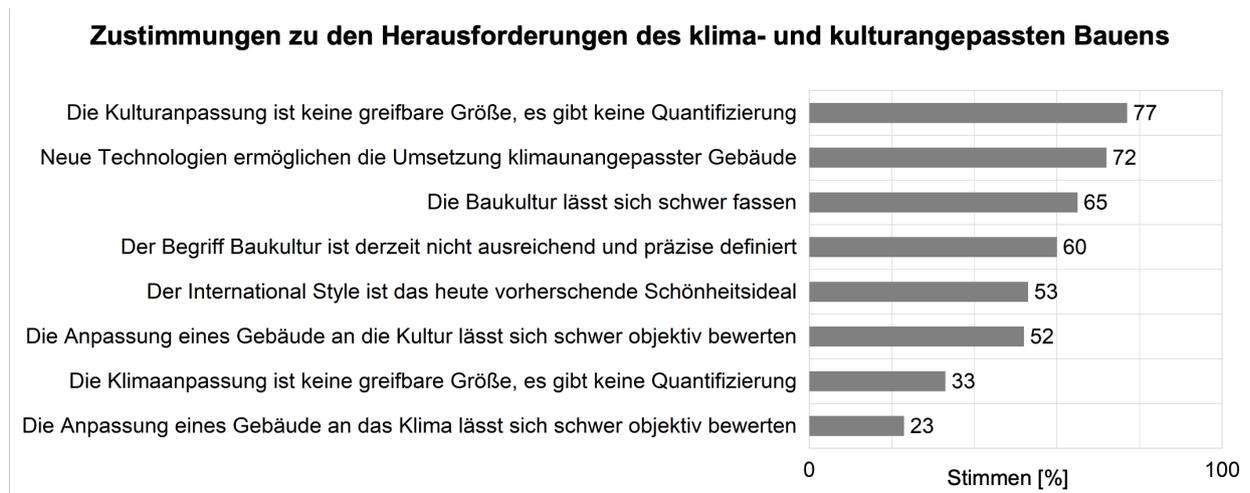


Abbildung 24 Herausforderungen des klima- und kulturangepassten Bauens nach Einschätzung der Experten

Neben den Herausforderungen wurden die Experten zu den Chancen des klima- und kulturangepassten Bauens befragt.

55% der befragten nennen als Chance den Schutz der Umwelt sowie des Klimas. Eine klimaangepasste Bauweise reduziert laut den Experten den Einsatz an Anlagentechnik und somit den Energiebedarf sowie den Ressourcenverbrauch. Mehrere Experten sind der Meinung, dass eine klimaangepasste Bauweise die Kreislaufwirtschaft im Bauwesen fördert und zu geringeren CO₂-Emissionen führt. Als weitere Chance nennen 13% der Befragten die Kosten. Ein Aushängeschild *klimaangepasst* dient der Kundenakquise und fördert die Vermarktung nachhaltiger Bauweisen.

Eine weitere Chance ist nach Meinung von 13% der Interviewpartner, dass Ortsbilder stärker erhalten und geprägt werden. Insbesondere eine kulturangepasste Bauweise führt laut Experten zu optisch ansprechenden Orten und einer höheren Qualität der gebauten Umwelt. Die Stärkung der Lokalkulturen geht mit einer identitätsstiftenden Architektur einher. 13% der Experten äußern, dass durch kulturangepasstes Bauen sich wieder mehr mit der Kultur identifiziert wird. Neben einer steigenden Identifikation führt nach 23% der Befragten eine klima- und kulturangepasste Bauweise zu einer höheren Akzeptanz der Gebäudenutzer.

„Und aber glaube ich, [dass wir] eine neue Qualität an Architektur und auch an identitätsstiftender Architektur herstellen können. Ich glaube, das ist die große Chance.“ (WI_2)

16% der Interviewteilnehmer sehen als eine der Chancen die Verbesserung des Innenraumklimas und Wohlbefindens der Nutzer. Laut den Experten steigen die Nutzerfreundlichkeit und Zufriedenheit durch die Anpassung an das Klima und die Kultur. Die hohe Aufenthaltsqualität dieser Gebäude und das gute Innenraumklima führen zu ökonomischer Effizienz und Leistungssteigerung der Nutzer im Arbeitsumfeld. Insgesamt wird von einer Steigerung der Lebensqualität durch eine klima- und kulturangepasste Bauweise gesprochen.

Ein weiterer Aspekt, welcher als Chance angesehen wird, ist die Förderung der sozialen Interaktion und Gemeinschaft durch eine klimatische und kulturelle Anpassung der gebauten Umwelt. Laut Experten ist der Bauprozess gemeinschaftlicher und führt zu einer höheren Zufriedenheit. In einem Interview wird darauf hingewiesen, dass eine klima- und kulturangepasste Bauweise zu mehr Gerechtigkeit weltweit führt und ethnische Minderheiten sichtbar macht.

*„Es fördert das Miteinander in der Gemeinschaft, es fördert die Identität in der Gemeinschaft.“
(WI_1)*

19% der Experten sind der Meinung, dass kulturangepasstes Bauen durch öffentliche Diskurse Bewusstsein und Akzeptanz für andere Kulturen und ganzheitliche Ansätze schafft. Ein Experte weist darauf hin, dass das klima- und kulturangepasste Bauen im internationalen Kontext mit weiteren Chancen verbunden ist, da hier von einem anderen Niveau auszugehen ist.

Abbildung 25 gibt einen Überblick zu den genannten Chancen des klima- und kulturangepassten Bauens. Ebenfalls kann eine deutliche Häufung einiger genannter Aspekte erkannt werden.



Abbildung 25 Worthäufigkeit der von den Interviewpartnern genannten Chancen im klima- und kulturangepassten Bauen

Analog zu den Herausforderungen wurden auf Basis des Stand des Wissens aus Kapitel 2 ebenfalls Chancen abgeleitet, zu welchen die Experten befragt wurden. Viele der genannten Chancen wurden bereits von den Experten im qualitativen Fragenteil angesprochen. Der Aspekt der Verringerung von Leerstand und Vandalismus wurde jedoch nicht vonseiten der Befragten angesprochen. Diesem Aspekt stimmen auch die wenigsten Experten zu. Nachfolgende Abbildung 26 zeigt die Einschätzung der Experten.

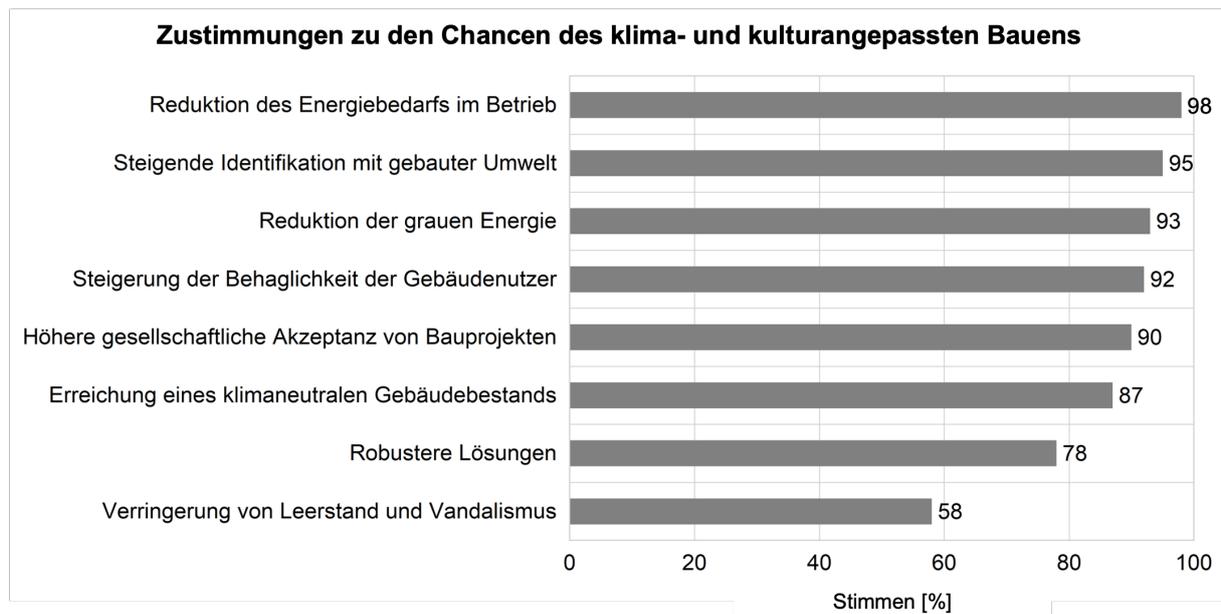


Abbildung 26 Chancen des klima- und kulturangepassten Bauens nach Einschätzung der Experten

Um künftig den Herausforderungen zu begegnen und die Chancen im klima- und kulturangepassten Bauen wahrzunehmen, wurden die Experten zu möglichen Strategien befragt.

Mehr als die Hälfte der Befragten sehen Handlungsspielraum im Bereich der Politik und der öffentlichen Hand. 13% der Befragten sind der Meinung, dass andere Strukturen im Bauwesen durch den öffentlichen Sektor implementiert werden sollten, wie beispielsweise die Stärkung von Kreislaufwirtschaft und Recycling durch Materialbörsen. Vier Experten sprechen von einer Vorbildfunktion in Zusammenhang mit der öffentlichen Hand. 40% der Interviewpartner nennen finanzielle Anreize als Strategie, um das klima- und kulturangepasste Bauen zu fördern. Staatliche Förderprogramme und Zuschüsse wie die Städtebauförderung werden in diesem Kontext genannt.

„Es müssen spezielle Programme entwickelt werden; die insbesondere halt dann wie immer alles über das Geld geht.“ (IB_3)

Laut 33% der Befragten kann ein Anstieg klima- und kulturangepasster Bauweisen durch die Anpassung von Vorschriften erreicht werden. Hierbei unterscheiden sich die Vorstellungen der Experten. Auf der einen Seite wird vorgebracht die Vorgaben nicht zu erweitern und zu verschärfen, sondern stärker zu überprüfen. Auf der anderen Seite sind einige Experten der Meinung, die Normungskultur muss stark verändert werden. Insbesondere beim Bauen im Bestand sollten Alternativlösungen ähnlich wie im Denkmalschutz möglich sein. Bestand und Neubau sollten hinsichtlich der Anforderungen stark unterschieden werden. Ein Experte ist der Meinung, dass die Bebauungspläne zu streng sind und wenig Spielraum für individuelle Lösungen lassen. Im Gegensatz dazu vertreten einige der Befragten die Auffassung, die Vorgaben im Bebauungsplan sollten strenger sein. Gestaltungsleitfäden für Stadt und Land, eine strengere Stadtgestaltung sowie die Ausrichtung von Wettbewerben an die Kultur des Ortes werden als mögliche Strategien zur Förderung einer kulturangepassten Bauweise genannt. In einigen Interviews werden Strafen bezüglich

klima- und kulturangepassten Bauens und zu hohem CO₂-Ausstoß oder eine konsequentere CO₂-Be-steuerung als Möglichkeit genannt.

„Da muss man halt die richtigen Anreize schaffen. Und das kann halt zum Beispiel die Politik schaffen oder irgendwelche Fördermittel.“ (BP_3)

45% der Interviewpartner sehen die Stärkung des Bewusstseins für die Thematik als eine der Hauptstrategien. Mehrfach wird darauf hingewiesen, dass das klima- und kulturangepasste Bauen verstärkt im universitären Kontext behandelt werden soll. Insbesondere die Integration der Sozial- und Kulturwissenschaften in der Architektur wird als notwendig angesehen. 10% der Experten sind der Meinung, dass die Thematik des kulturangepassten Bauens bereits im schulischen Kontext integriert werden sollte. Des Weiteren wird ein Erfahrungsaustausch und Wissenstransfer von erfahrenen Architekten und Berufsanfängern als fördernd angesehen. Ein Experte nennt dazu die Bildung von Netzwerken eine geeignete Methode. In einem Interview wird die Zertifizierung als Möglichkeit der Bewusstseins-schaffung und das nachhaltige Bauen als Beispiel dafür genannt. Insgesamt sind sich 45% der Experten einig, dass durch unterschiedliche Methoden und Aktionen das Bewusstsein für klima- und insbesondere kulturangepasstes Bauen gestärkt werden sollte.

„Die Diskurse, die müssen geführt werden. [...] bei ArchitektInnen müsste [...] eine sozialwissenschaftliche Disziplin hinzugekommen, die überhaupt auf diese Dinge hinweist und Sensibilität schafft.“ (WI_5)

Ein weiterer Aspekt, den 10% der Befragten als Fördermöglichkeit des klima- und kulturangepassten Bauens sehen, ist die Umverteilung der Verantwortlichkeiten im Bauwesen. Ein Experte ist der Meinung, dass der Architekt weniger Aufgaben von Fachplanern übernehmen und sich mehr auf das Design konzentrieren sollte. In einem anderen Interview wird davon gesprochen, dem Nutzer und Bauherren mehr Eigenverantwortung zuzusprechen, insbesondere im Ausbau-Bereich. Auch die Aufhebung der Trennung der Gewerke zugunsten des klassischen Baumeisters wird von einem der Befragten angeregt.

Methoden, welche baukulturelle Werte identifizieren und evaluieren, werden ebenfalls als mögliche Förderstrategie des klima- und kulturangepassten Bauens genannt. Als weitere Strategien werden die Stärkung der Phase 0 sowie die höhere Einbeziehung der Nutzer mittels Fragebögen zu kulturellen Anforderungen genannt.

Abbildung 27 zeigt ebenfalls wie bei den Herausforderungen und Chancen eine Häufung der genannten Strategien.



Abbildung 27 Worthäufigkeit der von den Interviewpartnern genannten Strategien zur Begegnung der Herausforderungen im klima- und kulturangepassten Bauen

Quantifizierungs- und Bewertungsmethoden

Nach Befragung zum allgemeinen Meinungsbild sowie zu den Chancen und Herausforderungen erfolgte die Befragung der Experten zur Vorgehensweise sowie den Quantifizierungs- und Bewertungsmethoden im klima- und kulturangepassten Bauen.

Zu Beginn wurden die Experten zur üblichen Vorgehensweise im klima- und kulturangepassten Bauen in der Praxis befragt. 26% der Experten sind der Meinung, dass die Thematik in der Praxis wenig bzw. nicht beachtet wird. Häufig stehen Wünsche von Bauherren, ökonomische Randbedingungen oder rechtliche Vorgaben im Vordergrund. Der Fokus liegt oftmals auf einer energetischen Optimierung, welche laut Experten häufig weder klimaangepasst noch nachhaltig ist. 10% der Befragten vertreten die Ansicht, dass eine klima- und kulturangepasste Bauweise häufig vom Architekten, Fachplaner oder Bauherren abhängt, insbesondere im kulturellen Bauen, da es dafür keine Vorschriften gibt. Energiemanager oder Klimaplaner können eine klimaangepasste Bauweise unterstützen.

„Und die kultur- und klimagerechte Situation wird im Schnitt wenig beachtet. Aber es gibt welche, die extrem darauf achten. Das ist halt ein bestimmter Typ von Architekt, der den Bauherren das auch so verkauft.“ (BP_1)

Laut 16% der Interviewpartner bilden rechtliche Vorschriften den Rahmen für eine klima- und kulturangepasste Bauweise. Als Vorgaben für das klimaangepasste Bauen werden neben der EnEV, lokale Bauvorschriften sowie Forderungen bei Konzeptausschreibungen (z. B. ökologische Kriterienkataloge) genannt. Bebauungspläne und Richtlinien der Bundesstiftung Baukultur geben laut Angabe eines Experten eine Richtung für das kulturangepasste Bauen. 10% der Befragten sind der Meinung, dass Architekturwettbewerbe eine klima- und kulturangepasste Bauweise fördern: In den Auslobungstexten werden klimaangepasste und nachhaltige Wertungskriterien formuliert. Ein Experte kritisiert, dass die Forderungen nach einer klimaangepassten Bauweise zwar in den Wettbewerben berücksichtigt, häufig jedoch nicht umgesetzt werden.

Die Orientierung an traditionellen Bauweisen sowie die Befragung der künftigen Nutzer werden als mögliche Vorgehensweisen angesehen. Der Fokus auf der Phase 0 sowie das kontextuelle Planen werden ebenfalls genannt. Ein Experte nennt Zertifizierungen als übliche Vorgehensweise, um klimaangepasst zu bauen. 10% der Befragten sind der Meinung, dass im klima- und kulturangepassten Bauen oftmals die Unterstützung von Universitäten eingeholt wird. Pilotprojekte sowie die Entwicklung innovativer Lösungen zur Klimaanpassung sind Bestandteil der Zusammenarbeit. Laut 10% der Experten wird oftmals zunächst eine Klima- und Standortanalyse vorgenommen und anschließend gängige passive Maßnahmen abgeleitet. Die Durchführung von Ortsbesichtigungen und Begehungen wird laut Experten als Methode angesehen, um klima- und kulturangepasst zu bauen.

„Also aus meiner Erfahrung ist es so, dass meistens im Rahmen der Ortsbesichtigung, Ortsbegehung, Kenntniserstehung über den Bauort, die Kultur, in der man baut, eine Auseinandersetzung mit einem Ort stattfindet. Aber ich würde einfach sagen, das ist noch sehr sehr stark steigerbar.“
(WI_6)

Planungstools werden kaum als Bestandteil der Vorgehensweise im klima- und kulturangepassten Bauen angesehen. Mehr als die Hälfte gibt an, dass es keine Planungstools gibt oder sich keine etabliert haben. 10% der Befragten kennen Planungstools für das klimaangepasste Bauen wie beispielsweise Energieeffizienz- und Thermodynamik-abbildende Rechenverfahren, Simulationstools sowie Zertifizierungssysteme. Für das kulturangepasste Bauen wird weder ein Planungstool noch eine Methodik genannt.

Nach Befragung zur Vorgehensweise erläutern die Experten den Kenntnisstand zu Bewertungsmethoden für das klima- und kulturangepasste Bauen.

Laut 61% der Befragten gibt es Methoden zur Bewertung des klimaangepassten Bauens. Oftmals werden Methoden zur Bewertung der Energieeffizienz genannt, wie beispielsweise der Energienachweis, die Energieeffizienz-Richtlinie, die EnEV (heute GEG) oder die Berechnung des Energiebedarfs bzw. des Heiz- und Kühlbedarfs. Zwei Experten nennen Energiemanager oder Energieberater als Bewertungsinstrumente für das klimaangepasste Bauen. 16% der Befragten erwähnen das Monitoring, was der Überprüfung des Energiebedarfes dient. Hierbei wird angemerkt, dass das Monitoring jedoch selten und wenn hauptsächlich bei größeren Projekten Anwendung findet. Als weitere Bewertungsmethoden für die Klimaanpassung werden neben dem Blower-Door-Test und Facility Management die Bestimmung des CO₂-Verbrauches sowie der Behaglichkeitsparameter angesehen. Laut 10% der Befragten erfolgt eine Bewertung der Klimaanpassung mittels bauphysikalischer Kontrollmessungen. 13% nennen die Zertifizierung als Bewertungsmethode. Ein Experte erläutert, dass die DGNB-Zertifizierung ausreichend Schnittstellen zur Thematik des klimaangepassten Bauens aufweist. Eine weitere genannte Methode ist die Simulation. Mehrfach wird darauf hingewiesen, dass die Methoden für eine Bewertung vorhanden sind, eine beschreibende Größe jedoch fehlt.

„Also wenn wir bei den klimaangepassten Gebäuden sind, dann denke ich schon, dass wir Möglichkeiten haben, das zu überprüfen. Allerdings jetzt nicht in einer Überprüfungsgröße, wie jetzt sowas wie den Energiebedarf oder wie den Energieverbrauch eines Gebäudes.“ (WI_2)

36% der Interviewteilnehmer geben an, keine Methode zu kennen. Es wird dargelegt, dass es ähnlich wie bei den Planungstools Methoden zur Bewertung der Energieeffizienz gibt, nicht aber für das klima- und kulturangepasste Bauen. Oftmals wird das klimaangepasste Bauen laut Interviewteilnehmern fälschlicherweise mit dem energieeffizienten gleichgesetzt. Laut einem Experten bewerten Zertifizierungssysteme die Nachhaltigkeit, berücksichtigen aber entgegen der Meinung eines anderen Experten keine Aspekte des klima- und kulturangepassten Bauens.

„Ich finde halt immer, man neigt immer so ein bisschen dazu, Energieeffizienz mit klimagerecht zu vermischen. Und zur Energieeffizienz gibt es natürlich sehr viele Bewertungsmethoden. Beim klima- und kulturgerechten Bauen würde ich jetzt mal sagen, da gibt es eigentlich nicht besonders viele Bewertungsmethoden.“ (BP_3)

Hinsichtlich der Kulturanpassung kennen 23% der Experten Methoden zur Bewertung. Laut einem Experten bewerten öffentliche Gremien, der Gemeinde- oder Stadtrat die Kulturanpassung anhand von Bebauungsplänen und anhand der Umgebungsbebauung. Bewertungskriterien sind neben der Qualität der Architektur, die städtebauliche Einbindung, die Details sowie die Akzeptanz der Gesellschaft, welche sich durch die Nutzung zeigt. 10% der Befragten nennen Nutzerumfragen bzw. eine Befragung der Bevölkerung als Bewertungsinstrument kulturangepassten Bauens. In einem Interview werden Vereine wie die Altstadtfreunde genannt, um die Kulturanpassung zu bewerten. Das Vorhandensein eines Wettbewerbes, Partizipationsprozesses und einer Phase 0 können laut einem Interview als Bewertungsindikatoren einer Kulturanpassung dienen. Analog zum klimaangepassten Bauen werden Zertifizierungen sowie bauphysikalische Kontrollmessungen als Bewertungsmethoden des kulturangepassten Bauens genannt.

„Also Kultur kann man ja nicht so leicht überprüfen, ob es kulturgerecht ist. Da kann man sich ein bisschen mit einer Krücke behelfen, dass man sich den Prozess anguckt. Hat es einen ordentlichen Wettbewerb gegeben, gab es ein Partizipationsverfahren, was ist mit der Phase Null?“ (OE_1)

48% der Befragten sind der Meinung, dass es keine Bewertungsmethoden zum kulturangepassten Bauen gibt. Das kulturangepasste Bauen und die Gestaltung von Gebäude werden laut Experten nicht neutral bewertet. Eine Bewertung basiert oftmals auf Meinungen von Experten ohne Verwendung von Kriterien. Die Aspekte sollten messbar und quantifizierbar sein, was in diesem Kontext als schwierig erachtet wird. 36% der Experten sind der Meinung, dass insgesamt zu selten eine Bewertung stattfindet. Zudem fehlen häufig eine Objektivierung sowie die Berücksichtigung der Nutzer.

10% der Experten sind sich nicht sicher, ob es Bewertungsmethoden zum kulturangepassten Bauen gibt. Laut den Experten ist das kulturangepasste Bauen nicht leicht zu bewerten. Vier Experten äußern, dass eine Bewertung der Kulturanpassung nicht möglich oder nicht sinnvoll ist. Zwei Experten können sich keine Methode vorstellen.

„Können Sie sich vorstellen, Mozart, Rubens oder Schinkel zahlenmäßig zu bewerten?“ (IB_8)

Die Frage, ob eine Quantifizierung der Klima- und Kulturanpassung bekannt ist, verneinen zwei Drittel der Experten. Ein Drittel ist der Meinung, dass das klimaangepasste Bauen quantifizierbar ist, das kulturangepasste nicht. Zwei Experten merken an, dass die Methoden für eine Quantifizierung der Klimaanpassung vorhanden sind, jedoch eine einheitliche Größe fehlt. Vier Experten äußern den Wunsch nach einer Quantifizierungsmethode für die Klima- und Kulturanpassung.

Die Auswertung der quantitativen Fragen bestätigt, wie in Abbildung 28 ersichtlich, dass ein Großteil der Experten der Meinung ist, dass das klimaangepasste Bauen bereits quantifizierbar und bewertbar ist, das kulturangepasste Bauen hingegen nicht. Laut 83% bzw. 78% der Experten fehlt eine Bewertungsmethode bzw. Quantifizierungsmethode der Kulturanpassung in der Praxis. Sechs Experten stellen die Quantifizierbarkeit der Kulturanpassung an sich infrage. Im klimaangepassten Bauen wird von 50% bzw. 43% der Experten das Fehlen einer objektiven Bewertung bzw. Quantifizierung gesehen. 7% der Befragten sind der Meinung, dass die Möglichkeit zur Quantifizierung der Klimaanpassung vorhanden ist, eine objektive Bewertungsmethode jedoch fehlt.

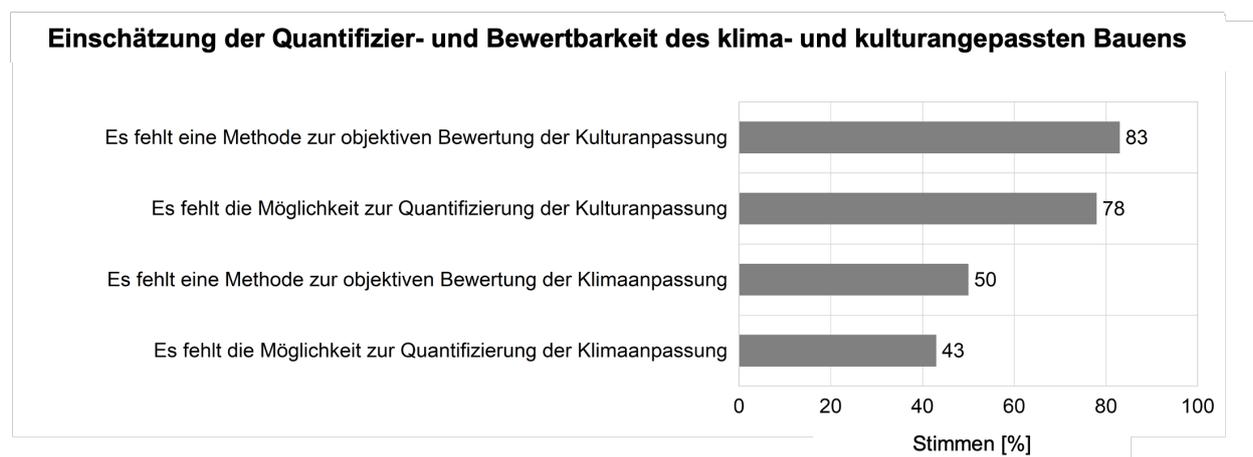


Abbildung 28 Quantifizier- und Bewertbarkeit des klima- und kulturangepassten Bauens nach Einschätzung der Experten

Nachdem die Experten ihren Wissensstand zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung dargelegt haben, werden Anforderungen an eine Bewertungsmethode und mögliche Bewertungskriterien formuliert.

Laut den Experten sollte eine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode der Klima- und Kulturanpassung die Wünsche der Bauherren berücksichtigen und darauf abgestimmte Lösungsmöglichkeiten aufzeigen. Die Methode sollte offen, digital und flexibel sein. Eine dynamische Betrachtung sowohl in der Simulation als auch in Hinblick auf die verschiedenen Gesellschaftssysteme wird als Anforderung formuliert. Der Notwendigkeit einer international anwendbaren Methode wird geäußert.

„Und das Ganze muss man natürlich dann schon auch ein bisschen an die Situation anpassen und in einer gewissen Dynamik so anwendbar machen, dass es eben auch in unterschiedlichste Gesellschaftssysteme hineinpasst.“ (WI_6)

Die Experten sind der Meinung, dass die Bewertung ganzheitlich sein soll und neben wirtschaftlichen und technischen Aspekten die Ökobilanz und Lebenszyklusbetrachtung bewertet werden sollen. Insgesamt soll die Methode einen durchdachten Kriterienkatalog aufweisen, welcher sich am Stand der Technik orientiert.

Weitere formulierte Anforderungen sind die Berücksichtigung des Nutzereinflusses in der Simulation sowie die Bedürfnisse des Nutzers, welche mittels Befragungen erfasst werden sollen. Die Art der Datenerhebung sollte durchdacht sein. Mehrfach wird das Einbeziehen der Bevölkerung und Bewohner vor Ort genannt. Einige Experten sind der Meinung, dass es sich um kein Expertentool handeln sollte, andere, dass der Bewertende eine ausreichende Qualifizierung aufweisen sollte. Mehrfach wird eine einfache und pragmatische Methode gefordert.

„Aber ich denke, die Bewertungsmethode müsste sehr stark auf den Menschen abzielen, der dieses Gebäude nutzt. Ansonsten, für wen sollte es sonst bewertet werden oder wer sollte es sonst bewerten? Da muss der Mensch wirklich im Mittelpunkt stehen.“ (BP_2)

Die Definition der Baukultur am Standort wird als weitere Anforderung genannt. Aspekte wie Generationenkonflikte, Geschlechterkonflikte, Differenzen, soziale Ungleichheiten, Subkulturen, religiöse Differenzen, Minoritäten, orts- und stadtbildprägende Traditionen und das Identitätsstiftende sollen im Kulturbegriff eingeschlossen werden. Laut Interviewteilnehmer ist es sinnvoll, die Kultur in unterschiedliche Kategorien zu unterteilen, um einen Systematisierungsprozess zu ermöglichen. Ein Experte vertritt die Meinung, dass die Kulturanpassung über einen Vergleich bewertet werden sollte. Dazu werden Kriterien für ein Referenzgebäude formuliert, um anschließend die Kulturanpassung im Vergleich zu ermitteln.

Als weitere Anforderung wird die Unabhängigkeit der Bewertung der Klima- und Kulturanpassung genannt: Das klimaangepasste Bauen sollte nicht durch das kulturangepasste Bauen ausgeglichen werden können. Mehrfach wird angemerkt, dass die Methode eine Bewertung der jetzigen und künftigen Situationen ermöglichen soll. Als weitere Anforderung wird formuliert, dass die Methode kein typisches Monitoring sein sollte, sondern einen Mixed-Method Ansatz verfolgen soll.

11% der Befragten formulieren Anforderungen an die Komplexität der Methode. Laut den Interviewteilnehmern soll diese durch Algorithmen durchbrochen werden. Die Experten sind sich einig, dass die Komplexität anpassbar sein sollte. Dazu wird beispielsweise ein Basismodul für einen schnellen Überblick sowie ein Erweiterungsmodul für vertiefte Aspekte vorgeschlagen, um eine Balance zwischen einer schnellen praktischen Anwendbarkeit und einer ausreichenden Tiefe zu ermöglichen. Ein weiterer Vorschlag besteht in der Steigerung der Komplexität mit fortschreitender Planungsphase.

„[...] ich bin jetzt gerade tatsächlich bei so einem Software-Tool, wo man halt sagt, okay, man hat halt diese einzelnen Planungsphasen irgendwo aufgezeichnet. Und je weiter man fortschreitet, desto mehr Reiter gehen eigentlich auf unter einem Punkt.“ (BP_3)

Nachfolgende Grafik zeigt auf, dass die Häufung der genannten Anforderungen deutlich geringer ausfällt als die der Herausforderungen, Chancen und Strategien. Bei den Anforderungen an eine Methode nennen die Experten demnach häufiger unterschiedliche Aspekte.



Abbildung 29 Worthäufigkeit der von den Interviewpartnern genannten Anforderungen an eine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode im klima- und kulturangepassten Bauen

Abermals wurden auf Basis des Stand des Wissens aus Kapitel 2 Anforderungen für eine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode formuliert, zu welchen die Experten quantitativ befragt wurden. Die formulierten Aspekte wurden großteils schon im Verlauf des Interviews von den Experten genannt. Lediglich die Notwendigkeit einer Priorisierung baukultureller Aspekte wurde in keinem der Interviews angesprochen. Nachfolgende Abbildung 30 zeigt die Einschätzung der Experten zu den formulierten Anforderungen.

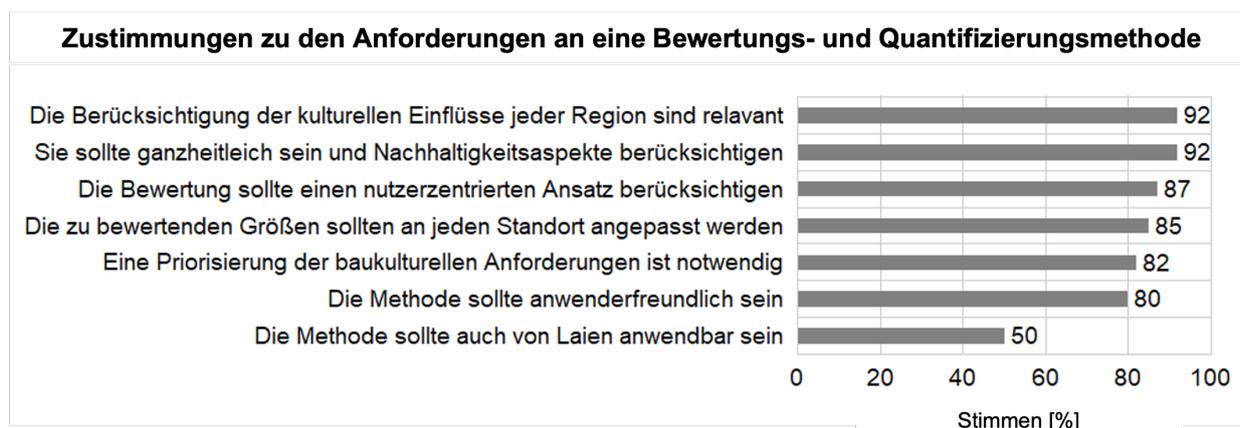


Abbildung 30 Anforderungen an eine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode des klima- und kulturangepassten Bauens nach Einschätzung der Experten

Neben den Anforderungen an eine Bewertungsmethode der Klima- und Kulturanpassung nennen die Experten Kriterien, welche sich für eine Bewertung eignen.

Im Kontext des klimaangepassten Bauens werden neben dem Energiebedarf der Heiz- und Kühlbedarf als geeignete Bewertungskriterien angesehen. Alternativ werden der Prozentsatz der Anlagentechnik oder die Nutzung dieser als Indikatoren genannt. Kriterien der Nachhaltigkeit wie die Lebenszyklusanalyse, der Material- oder Ressourcenverbrauch sowie die Verwendung regionaler Baustoffe werden ebenfalls als Kriterien zur Bewertung der Klima- und Kulturanpassung genannt. Ein Experte ist der Meinung, dass die Kosten Teil der Bewertungskriterien sein sollen.

Im Bereich des kulturangepassten Bauens wird, analog wie bei der Definition auf noch fehlende Informationen und somit fehlende Kriterien für die Kultur hingewiesen. Des Weiteren werden die *Wertedimensionen der Kulturen*, die *optische Erscheinung* sowie die *Heterogenität* der Kultur als Bewertungsindikatoren genannt.

„Und beim Kulturgerechten brauche ich eben diverse Kriterien, die ich dann bewerte, die wir so in dem Umfang noch nicht haben.“ (WI_3)

Mehrfach werden die Behaglichkeit bzw. die Steigerung dieser als Bewertungskriterium des kulturangepassten Bauens angesehen. 22% der Befragten vertreten die Meinung, dass Aspekte wie das Glück, die Zufriedenheit der Bevölkerung oder die Kreativität und Produktivität der Nutzer Bewertungsindikatoren für das kulturangepasste Bauen sind.

In einem Interview wird erläutert, dass die Auseinandersetzung mit der Thematik des klima- und kulturangepassten Bauens relevant für den Erfolg dessen ist. Somit sollten Kriterien für die Auseinandersetzung formuliert werden, beispielsweise in Form eines Fragebogens. Ein weiterer Experte nennt Themen, die zum klima- und kulturangepassten Bauen beitragen als Bewertungsgrundlage. Diese sollen in einer Checkliste erfasst werden.

„Ich könnte mir vorstellen, dass man vielleicht irgendwie eine Art Checkliste macht, wo man halt gewisse Themen definiert, die zu einem klima- und kulturgerechten Bauen irgendwo beitragen könnten.“ (BP_3)

Abbildung 31 fasst die genannten Kriterien hinsichtlich der Häufigkeit ihrer Nennung zusammen. Auch hier ist anzumerken, dass die Häufigkeiten geringer ausfallen als bei den Chancen, Herausforderungen und Strategien.



Abbildung 31 Worthäufigkeit der von den Interviewpartnern genannten Kriterien für eine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode im klima- und kulturangepassten Bauen

Forschungsansatz

Nach Befragung zu den Quantifizierungs- und Bewertungsmethoden im klima- und kulturangepassten Bauen wird den Experten der Forschungsansatz dieser Arbeit vorgestellt. Die Auswertung dieses Teils des Interviews erfolgt in Kapitel 7 der Evaluierung des Forschungsansatzes.

Ausblick

Den Abschluss des Interviews bildet ein Ausblick. In diesem werden die Experten nach weiteren Anregungen, ihrer Prognose für das klima- und kulturangepasste Bauen sowie bekannten Beispielen klima- und kulturangepasster Gebäude befragt.

In der Prognose zum klima- und kulturangepassten Bauen sind sich die Experten weitgehend einig. 45% der Befragten sind der Meinung, dass sowohl die Relevanz des klima- als auch des kulturangepassten Bauens steigen wird. Ein Interviewteilnehmer bekräftigt dabei, dass das kulturelle Bauen das klimaangepasste unterstützt und eine Zusammenführung der Begriffe zu einem Synergieeffekt führt. Als Gründe für die steigende Relevanz des klimaangepassten Bauens werden wiederum der Klimawandel und damit verwandte Themen wie die hohen CO₂-Emissionen, der Ressourcenverbrauch und die Nachhaltigkeit genannt. Ein Experte erläutert, dass allein durch die zunehmende Relevanz der Nachhaltigkeit in der Gesellschaft das klimaangepasste Bauen an Bedeutung gewinnen wird. Die steigende Relevanz des kulturangepassten Bauens wird auf den Wunsch, den Charakter eines Ortes zu wahren sowie die Zunahme des

Heimatgedankens aufgrund von Ängsten vor dem Fortschritt zurückgeführt. Als weiteren Grund wird mehrfach der Wunsch nach Identität in einer zunehmend digitalen und globalen Welt angeführt. Aus soziologischer Sicht ist laut einer Expertin die Zunahme des kulturangepassten Bauens zwingend notwendig. Ein Drittel der Befragten ist sich sicher, dass das klimaangepasste Bauen zunehmen wird, nicht zwangsläufig jedoch das kulturangepasste. 19% der Befragten sind sich unsicher oder skeptisch, ob das kulturangepasste Bauen an Relevanz zunehmen wird. Laut den Experten ist das Wissen über das kulturangepasste Bauen verloren gegangen und nur schwer wieder an die Gesellschaft und Fachmänner vermittelbar. Das kulturangepasste Bauen hat einem Interview zu Folge etwas mit gesellschaftlicher Veränderung zu tun. Zwei Experten sind der Meinung, die Globalisierung wird voranschreiten und das kulturangepasste Bauen wird wenig an Relevanz zunehmen oder bleibt weiterhin unberücksichtigt. Einer der Experte kritisiert den Begriff des klimaangepassten Bauens an sich und äußert keine Prognose. Zudem wird geäußert, dass praktische Lösungen erst auf lange Sicht zu erwarten sind. Ein Interviewteilnehmer schätzt die Zunahme der Relevanz des gesundheitlichen Bauens höher ein als die des klima- und kulturangepassten Bauens.

Als bekannte Beispiele klima- und kulturangepassten Bauens werden mehrfach das Olympiagelände in München, das Alnatura Hauptquartier, die Prinz Eugen Kaserne in München, Fachwerkgebäude in Mitteleuropa sowie die Bauten des Architekten Francis Kéré genannt. Zwei der genannten Beispiele befinden sich in Paris: das Musée Quai Branly sowie das Institut du Monde Arabe. Oftmals werden historische oder traditionelle Bauweisen mit Ortsbezug genannt, wie die Holzbauten im Alpenraum, Allgäuer Bauernhäuser, historische, reetgedeckte Gebäude in Norddeutschland, das Zentrum von Regensburg oder Lübeck, Gebäude im Jugendstil oder die traditionelle Architektur im Mittleren Osten. Auch die Kombination aus traditionell und modern wird häufig mit dem klima- und kulturangepassten Bauen assoziiert. Genannte Beispiele sind neben dem Hotel Mama Thresl die modernen Holzbauten in Vorarlberg, beides in Österreich. Ein Drittel der genannten Gebäude wie die Plus-Energie Schule in Stuttgart oder das Grüne Haus von Ingenhoven in Düsseldorf stehen für Nachhaltigkeit. Gebäude mit einem Fokus auf dem gemeinschaftlichen Leben wie die Borstei oder Genossenschaften im Allgemeinen werden ebenfalls aufgeführt. Von 16% der Experten werden ehemalige Leuchtturmprojekte wie die Allianzarena oder das Finanzministerium Brasiliens von Oscar Niemeyer genannt. Oftmals wird eine klima- und kulturangepasste Bauweise mit dem Architekten verbunden, wie beispielsweise bei Kéré, Baumschlager und Eberle oder Roswag. Anhand der Beispiele kann abgelesen werden, mit welchen Themen das klima- und kulturangepasste Bauen in Verbindung gebracht wird: Das klimaangepasste Bauen wird insbesondere mit der Thematik der Nachhaltigkeit verknüpft. Das kulturangepasste Bauen wird mit dem historischen Bestand, der Tradition (auch in Kombination mit der Moderne), der Gemeinschaft und einer herausragenden Architektur(-gestaltung) assoziiert. Wie bereits in der Vorgehensweise von den Experten erwähnt, hängt eine klima- und kulturangepasste Bauweise oftmals vom Architekten ab, weshalb vermutlich auch oftmals einzelne Architekten als Beispiele für klima- und kulturangepasste Architektur genannt werden. Sieben der 31 Befragten können kein klima- und kulturangepasstes Gebäude benennen. Dies ist laut eigenen Aussagen zum einen darauf zurückzuführen, dass den Experten kein Gebäude einfällt oder sie keines kennen. Zwei Experten nennen Negativ-Beispiele: den O₂-Tower in München sowie die Häuser des Bauhaus-Stils.

Nachfolgende Tabelle 12 gibt eine Übersicht zu den genannten Beispielen sowie zu den vermuteten zu Grunde liegenden Assoziationen.

Tabelle 12 Genannte Beispiele klima- und kulturangepasster Bauten

Assoziationsgrund	Genanntes Beispiel
Nachhaltigkeit	<ul style="list-style-type: none">• Alnatura Hauptquartier, Darmstadt• Prinz Eugen Kaserne, München• Plus-Energie Schule, Stuttgart• Gebäude 2226, Lustenau• Grünes Haus, Düsseldorf• The cradle, Düsseldorf• Skaio, Heilbronn
Historische oder traditionelle Gebäude	<ul style="list-style-type: none">• Jugendstilhäuser• Fachwerkgebäude in Mitteldeutschland• Holzbauten im Alpenraum• Allgäuer Bauernhäuser• reetgedeckte Gebäude in Norddeutschland• das Zentrum von Regensburg oder Lübeck• Traditionelle Architektur im Mittleren Osten
Moderne und traditionelle Gebäude	<ul style="list-style-type: none">• Holzbauten in Vorarlberg• Hotel Mama Thresl
Gemeinschaftliche Gebäude	<ul style="list-style-type: none">• Borstei• Genossenschaftswohnungen• eine Welt Haus
Leuchtturmprojekte	<ul style="list-style-type: none">• Allianz-Arena• Musée Quai Branly• das Institute du Monde Arabe• Finanzministerium Brasilien von Niemeyer
Architekten mit Fokus klima- und kulturangepasstes Bauen	<ul style="list-style-type: none">• Baumschlager und Eberle• Torfremise von Roswag• Kéré

3.1.3 Repräsentativität der Ergebnisse

Um die Ergebnisse der Interviewstudie einordnen zu können, wird die Repräsentativität durch Angabe der demografischen Daten überprüft.

Wie bereits erläutert, basiert die Auswahl der Experten auf einer Stakeholderanalyse (Anhang B1). Tabelle 11 in Kapitel 3.1.1 gibt einen Überblick zu den Interviewpartnern nach Berufsfeld. Zu erkennen ist, dass die Anzahl der Befragten im Bereich der Planung sowie Wissenschaft überwiegt. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass die zu untersuchende Thematik wissenschaftlicher Natur mit Fokus auf die Planungsphase ist. Die Meinungen der Interviewteilnehmer anderer Berufsfelder sind ebenfalls von Relevanz, da sie in Verbindung mit der Planung stehen sowie weitere Sichtweisen auf die Thematik ergänzen. Die Berufsausbildung der Befragten kann nachfolgender Abbildung 32 entnommen werden.

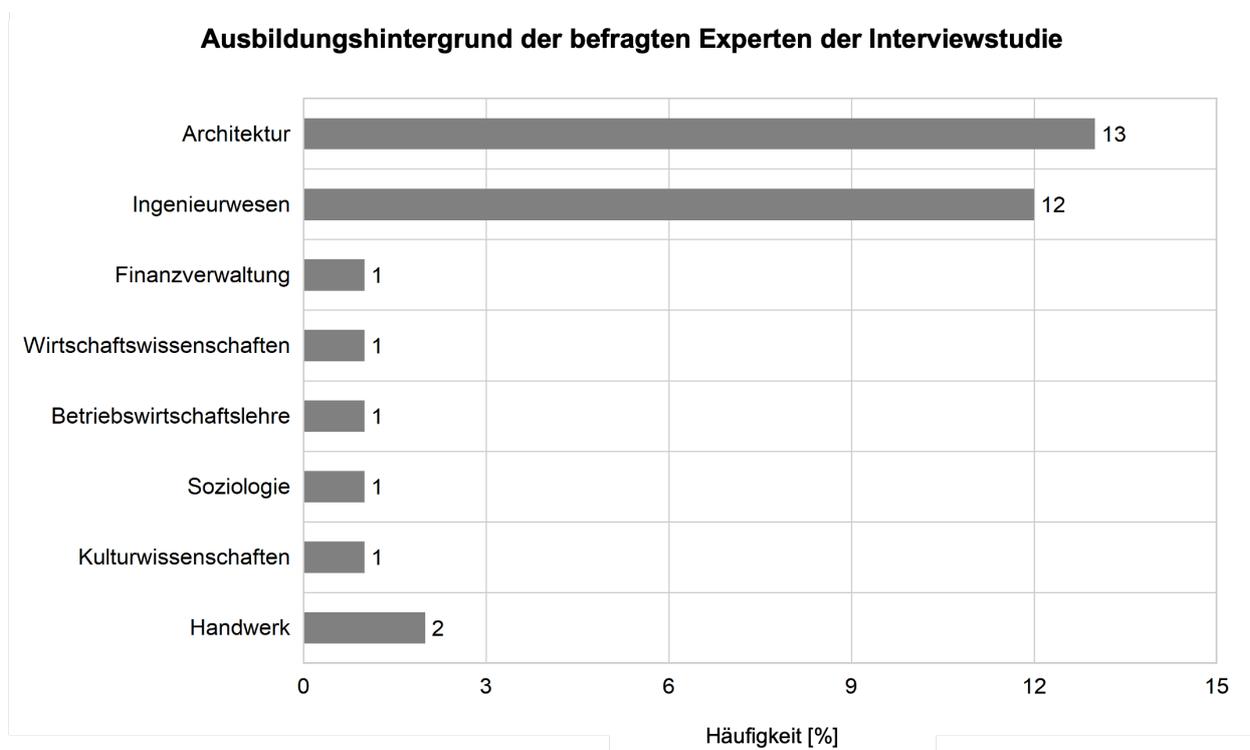


Abbildung 32 Ausbildungshintergrund der befragten Experten in der Interviewstudie

Da sich vorrangig Bauingenieure und Architekten mit der Thematik des klima- und kulturangepassten Bauens beschäftigen, überwiegt der Anteil an Personen mit diesem Ausbildungshintergrund. Personen mit einer anderen Ausbildungslaufbahn ermöglichen die Beleuchtung der Thematik aus verschiedenen Sichtweisen.

Auch die Geschlechterverteilung entspricht mit 25% weiblichen und 75% männlichen Interviewteilnehmern in etwa der im Bauwesen vorzufindenden. Laut der Bundesagentur für Arbeit (2021) sind derzeit 19% der Beschäftigten im Baugewerbe weiblich und 81% männlich. Mit einer Altersspanne von 27 bis 85 Jahren sind alle relevanten Altersgruppen vertreten.

Die geografische Verteilung der Experten erstreckt sich über ganz Deutschland. Ein Experte wohnt in Österreich, verfügt jedoch über eine langjährige Berufserfahrung in Deutschland. Eine Häufung im südlichen Raum kann darauf zurückgeführt werden, dass der Ursprung der Studie sich in München befindet. Dennoch kann durch die Teilnahme von Experten verschiedener Standorten Deutschlands auf eine deutschlandweite Repräsentativität der Studie geschlossen werden. Nachfolgende Abbildung 33 zeigt die Herkunft der interviewten Stakeholder.



Abbildung 33 Herkunft der Interviewpartner (Stainer, 2021)

Es zeigt sich, dass die Auswahl der Teilnehmer hinsichtlich ihres Berufsfeldes und Ausbildungshintergrunds repräsentativ ist, da sie dem Schwerpunkt der zu untersuchenden Thematik entspricht und zudem weitere Perspektiven ergänzend einbringt. Somit wird ein interdisziplinärer Ansatz in dieser Forschungsarbeit ermöglicht. Ebenfalls ist die Auswahl der Befragten bezüglich der Geschlechter-, Alters- und geografischen Verteilung repräsentativ.

3.2 Schlussfolgerungen aus der empirischen Studie

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse aus Kapitel 3.1.2 zusammengefasst, übersichtlich dargestellt und mit den Erkenntnissen aus Kapitel 2 verglichen. Die identifizierten Forschungslücken werden dargelegt. Ziel ist es, den Bedarf eines Lösungsansatzes zu skizzieren und Anforderungen abzuleiten, die bei der Entwicklung des Lösungsansatzes zu erfüllen sind.

Die Auswertung der Definitionen der Interviewstudie hat gezeigt, dass das klimaangepasste Bauen ein geläufiger Begriff ist, das kulturangepasste Bauen hingegen oftmals nicht definiert werden konnte.

Im klimaangepassten Bauen zeigt sich, dass die Experten ein unterschiedliches Begriffsverständnis haben. Jedoch sind Häufigkeiten von Aussagen zu erkennen. Die von den Experten meistgenannten Aspekte zur Definition des klimaangepassten Bauens sind die Anpassung des Gebäudes an das Klima mittels baulicher Maßnahmen, um den Energiebedarf zu minimieren und gleichzeitig ein angenehmes Innenraumklima zu ermöglichen. Vergleicht man dies mit der in Kapitel 2.1.1 aus der Literatur hergeleiteten Definition des klimaangepassten Bauens, so zeigt sich eine Übereinstimmung zwischen Theorie und Praxis. Auch der Aspekt IV, die Nutzung der natürlichen Energieressourcen, der Definition aus Kapitel 2.1.1 wird von

den Experten genannt. Lediglich die Unterscheidung in aktiv und passiv klimaregulierend (Aspekt V) wird in den Interviews nicht erwähnt. Tabelle 13 zeigt die Übereinstimmungen ebenso wie die Unterschiede.

Tabelle 13 Übereinstimmungen und Unterschiede der Begriffsdefinition des klimaangepassten Bauens aus Theorie und Praxis

Aspekte der Definition Kapitel 2.1.1	Definition des klimaangepassten Bauens nach 2.1.1	Übereinstimmung
Aspekt I	Gebäude an das lokale Außenklima anpassen	✓
Aspekt II	Durch vorrangig bauliche Maßnahmen	✓
Aspekt IV	Durch Nutzung der natürlichen Energieressourcen	✓
Aspekt II	Ein angenehmes Innenraumklima zu erzeugen	✓
Aspekt III	Den Energiebedarf zu minimieren	✓
Aspekt V	Unterscheidung in aktiv und passiv klimaregulierend	x

Neben der Übereinstimmung der Begriffsdefinition mit der Theorie zeigt sich in der Praxis, dass das klimaangepasste Bauen nicht ausreichend vom nachhaltigen Bauen abgegrenzt ist. Häufig findet sogar eine Gleichstellung der Begriffe statt. Zudem setzen einige Befragte das klimaangepasste Bauen mit dem energieeffizienten gleich, auch wenn dem Großteil der Experten bewusst ist, dass das klimaangepasste Bauen über die reine Energiethematik hinausgeht.

Zwischenfazit:

Aus der Befragung der Experten geht hervor, dass das Begriffsverständnis zwischen Theorie und Praxis im Grunde übereinstimmt, eine eindeutige Abgrenzung zwischen dem nachhaltigen, energieeffizienten und klimaangepassten Bauen jedoch notwendig ist.

Das Definieren des kulturangepassten Bauens fällt den Experten schwer. Viele bezeichnen die Thematik allgemein als schwierig. Das Begriffsverständnis unterscheidet sich deutlich stärker als beim klimaangepassten Bauen. Dies konnte bereits in Kapitel 2.2.1 bei der Auswertung der Definitionen in der Literatur festgestellt werden. In der Praxis ist die Begriffsdefinition ebenfalls weiter und unspezifischer als beim klimaangepassten Bauen. Dennoch wiederholen sich sowohl in der Theorie als auch in der Praxis einzelne genannte Aspekte. Das kulturangepasste Bauen als Berücksichtigung der charakteristischen gebauten Umwelt geht sowohl aus der Literaturrecherche als auch aus den Experteninterviews hervor. Von den Befragten wird entsprechend der Theorie der öffentliche Bereich ebenfalls als Teil kulturangepassten Bauens angesehen. Des Weiteren sind sich Praxis und Theorie einig, dass kulturangepasstes Bauen über eine rein gestalterische Qualität hinausgeht. Die Berücksichtigung der Nutzerbedürfnisse wird sowohl von den Experten als auch in der Literatur aufgeführt. Wie in Kapitel 2.2.1 als auch in der Interviewstudie wird dargelegt, dass das kulturangepasste Bauen ein gesellschaftlicher Prozess ist und gesellschaftliche Werte spiegelt. Eine Steigerung der Lebensqualität wie auch der Identifikation mit der gebauten Umwelt wird sowohl in der Theorie als auch in der Praxis im Kontext mit dem kulturangepassten Bauen genannt. Die Verknüpfung der Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft wird in den Interviews nicht als Teil kulturangepassten Bauens genannt. Die Übereinstimmung der abgeleiteten Dimensionen des kulturangepassten Bauens aus der Theorie (Kapitel 2.2.1.) mit den genannten Aspekten in den Experteninterviews kann nachfolgender Tabelle 14 entnommen werden.

Tabelle 14 Übereinstimmungen und Unterschiede der Begriffsdefinition des kulturangepassten Bauens aus Theorie und Praxis

Aspekte des kulturangepassten Bauens Kapitel 2.2.1	Dimensionen des kulturangepassten Bauens nach 2.2.1	Übereinstimmung
Aspekt I	Charakteristisch gebaute Umwelt	✓
Aspekt II	Umgang mit der gebauten Umwelt	✓
Aspekt III	Gestalterische, ökologische, ökonomische, soziale, technische und städtebauliche Qualität	✓
Aspekt IV	Verknüpfung der Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft	x
Aspekt V	Bezieht sich auf gebaute Umwelt inkl. öffentlicher Raum	✓
Aspekt VI	Öffentliche Angelegenheit, gesellschaftlicher Prozess	✓
Aspekt VII	Basiert auf Wertvorstellungen der Gesellschaft	✓
Aspekt VIII	Berücksichtigung der Bedürfnisse der Bewohner	✓
Aspekt IX	Führt zu Wertschätzung und Identifikation	✓

In den Experteninterviews werden Aspekte genannt, welche in der Literatur nicht zu finden sind. Das kulturangepasste Bauen wird vereinzelt als ein bewusstes Ignorieren kultureller Einflüsse oder als Berücksichtigung spezifischer Nutzeranforderungen (Seniorenwohnheim, Studierendenwohnheim) verstanden. Entsprechend der Literatur wird häufig ein Zusammenhang zwischen klima- und kulturangepasstem Bauen gesehen. In den Interviews findet jedoch teilweise eine Gleichsetzung statt. Von einem der Befragten werden soziale und kulturelle Gebäude wie Museen, Kirchen und Schulen als kulturangepasste Bauten verstanden.

Zwischenfazit:

Insgesamt zeigt sich, dass der Begriff des kulturangepassten Bauens unspezifischer ist als der des klimaangepassten. Eine eindeutige Definition des Begriffes geht weder aus den Interviews noch aus der Literaturrecherche hervor. Dennoch zeigen sich Häufungen der genannten Aspekte. Diese Aspekte sind jedoch sowohl in der Theorie als auch in der Praxis verschiedenen Themenfeldern zuzuordnen, sodass sich statt einer eindeutigen Definition verschiedene Dimensionen kulturangepassten Bauens ergeben. Eine Definition und Abgrenzung des Begriffes werden als notwendig angesehen. In der Praxis wird mehrfach geäußert, dass das kulturangepasste Bauen nicht definiert werden kann.

Das Meinungsbild zum klima- und kulturangepassten Bauen fällt zugunsten des klimaangepassten Bauens aus: Sowohl die Rolle der Thematik im Berufsalltag als auch die Notwendigkeit und das Interesse wird beim klimaangepassten Bauen höher als beim kulturangepassten Bauen angesehen. Dies wird auf den Beitrag des klimaangepassten Bauens zur Reduktion des Klimawandels und der Relevanz dieser Thematik zurückgeführt. Zudem zeigt sich abermals, dass der Begriff des kulturangepassten Bauens vielen Experten nicht geläufig ist. Die Einschätzung der Einstellung der eigenen Berufsgruppe zur Thematik fällt beim kulturangepassten Bauen kritischer aus. Die Einflussmöglichkeiten der Berufsgruppe werden ebenfalls beim klimaangepassten Bauen als höher wahrgenommen. Die Bewertung der aktuellen Klima- und Kulturanpassung von Gebäuden wird unterschiedlich wahrgenommen. Ca. 40% empfinden die aktuelle Architektur als einfalllos sowie uniform und die Klimaanpassung aufgrund der hohen Verwendung von

technischer Gebäudeausrüstung und Glaselementen als unzureichend. Ca. 30% sind der Meinung, dass bereits klima- und kulturangepasst gebaut wird. Weitere 30% bewerten die aktuelle Architektur indifferent.

Zwischenfazit:

Im aktuellen Meinungsbild zeigt sich, dass das kulturangepasste Bauen im Vergleich zum Klimaangepassten eine untergeordnete Rolle einnimmt. Zudem wird das kulturangepasste Bauen kritisch betrachtet.

Das typische Vorgehen in der Praxis hinsichtlich des klima- und kulturangepassten Bauens wird von den Experten unterschiedlich wahrgenommen. Ein Großteil ist der Meinung, dass die Thematik in der Praxis nicht beachtet wird. Einige der Befragten äußern, dass es vom Architekten, Fachplaner oder Bauherren abhängt, wie klima- und kulturangepasst gebaut wird. Die Unterstützung von Universitäten, Energiemanagern oder Klimaplanern wird ebenfalls im Kontext der Vorgehensweisen genannt. Einige der Teilnehmer sind der Meinung, dass rechtliche Vorschriften wie das GEG bzgl. des klimaangepassten und die Bebauungspläne bzgl. des kulturangepassten Bauens den Rahmen für eine klima- und kulturangepasste Bauweise bilden. Weitere Vorgehensweisen werden in Architekturwettbewerben, der Orientierung an traditionellen Bauweisen, Nutzerbefragungen sowie Ortsbesichtigungen und Begehungen gesehen. Die Durchführung einer Klima- und Standortanalyse, wie sie häufig in den Veröffentlichungen aus Kapitel 2.1.3 und 2.1.4 erläutert werden, wird lediglich vereinzelt genannt. Einige Experten kennen die Veröffentlichungen zur Klimaanalyse und den Handlungsempfehlungen nicht und sind der Meinung, es gibt zu wenig Wissen und Informationen über passive Bauweisen im Kontext des klimaangepassten Bauens. Die in Kapitel 2.1.6 genannten Planungs- und Optimierungstools sind lediglich 3 Interviewteilnehmern bekannt. Viele Experten geben an, keine zu kennen oder dass sich keine Tools am Markt etabliert haben. Ein Experte nennt die Zertifizierung als Vorgehensweise, wohingegen jedoch in einem weiteren Interview analog zum Stand des Wissens aus Kapitel 2.1.7 darauf aufmerksam gemacht wird, dass die Zertifizierungssysteme das klima- und kulturangepasste Bauen zu wenig berücksichtigen. Diese Meinungsverschiedenheit kann darauf zurückgeführt werden, dass die Begriffe ggfs. unterschiedlich ausgelegt werden.

Zwischenfazit:

Aus den Interviews geht keine klare Vorgehensweise im klima- und kulturangepassten Bauen hervor. Einigkeit herrscht über die Orientierung an traditionellen Bauweisen als Vorgehensweise im klima- und kulturangepassten Bauen. Die in Kapitel 2 vorgestellten Veröffentlichungen zu Klimaanalysen (2.1.3) und Handlungsempfehlungen (2.1.4) sind vielen Experten nicht bekannt. Die Literaturrecherche zeigt verschiedene Planungstools auf. In der Praxis werden diese kaum verwendet und sind weitgehend unbekannt. Lediglich thermodynamische Simulationswerkzeuge werden vereinzelt genannt. Auch hier zeigt sich, dass eine Abgrenzung der Begriffe notwendig ist, um eine klare Vorgehensweise benennen zu können.

Bei der Befragung zu den Herausforderungen, Chancen und Strategien fällt auf, dass die Experten deutlich mehr Herausforderungen nennen als Chancen. Häufig genannte Aspekte der Herausforderungen sind die Kosten, der fehlende Wissensstand sowie das fehlende Bewusstsein und die Vorschriften im Bauwesen. Die Experten sind sich einig, dass das Bauwesen stark ökonomisch geprägt ist, jedoch die finanziellen

Anreize für eine klima- und kulturangepasste Bauweise fehlen. Häufig wird angemerkt, dass es an Wissen und Bewusstsein für die Thematik mangelt. Einigkeit herrscht ebenfalls über das Fehlen einer eindeutigen Begriffsdefinition. Hinsichtlich der Vorschriften sind die Experten gespaltener Meinung: Einige empfinden die Vorschriften als zu komplex und umfangreich, andere äußern die Notwendigkeit strengere Vorschriften. Mehr Designfreiheiten für den Architekten auf der einen Seite als auch strengere Bebauungspläne auf der anderen Seite werden als mögliche Strategie benannt. Einig sind sich die Experten bezüglich der finanziellen Anreize als auch der Bewusstseins-schaffung für das klima- und kulturangepasste Bauen als Möglichkeit, den Herausforderungen zu begegnen. Bei den Chancen wird das klimaangepasste Bauen vorrangig mit dem Umwelt- und Klimaschutz in Verbindung gebracht. Das Wohlbefinden, die Nutzerakzeptanz sowie Identitätsstiftung werden als Chancen des kulturangepassten Bauens angesehen. Somit gleichen die genannten Chancen jenen aus der Literaturrecherche aus Kapitel 2. Die Aspekte des verringerten Leerstandes und der Vandalismusprävention werden von 60% der Experten ebenfalls als Chance angesehen.

Ein Vergleich der Herausforderungen aus der Literaturrecherche mit jenen aus der Interviewstudie zeigt ebenfalls eine deutliche Überschneidung. Alle Herausforderungen der Literaturrecherche werden von den Experten im Interview genannt. Den meisten Hypothesen, welche aus dem Stand des Wissens abgeleitet wurden, stimmen die Experten zu. Lediglich hinsichtlich der Aussage, dass es keine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode zur Klimaanpassung gibt, herrscht Uneinigkeit zwischen Theorie und Praxis. Darauf wird im nachfolgenden Abschnitt näher eingegangen. Nachfolgende Abbildung 34 gibt eine Zusammenfassung der genannten Herausforderungen, Chancen und Strategien unter Berücksichtigung der Häufigkeit ihrer Nennung.



Abbildung 34 Übersicht der Herausforderungen, Chancen und Strategien im klima- und kulturangepassten Bauen unter Berücksichtigung der Häufigkeit ihrer Nennung in der Interviewstudie

Zwischenfazit:

Insgesamt kann festgehalten werden, dass bezüglich der Herausforderungen und Chancen Großteils Einigkeit zwischen Theorie und Praxis herrscht. Neben den ökonomischen und rechtlichen Randbedingungen im Bauwesen sind der Wissensstand sowie das fehlende Bewusstsein die meistgenannten Herausforderungen. Die Auswertung der Interviewstudie zum Vorgehen im klima- und kulturangepassten Bauen hat gezeigt, dass das Wissen und die vorhandenen Tools in der Praxis kaum bekannt sind. Es kann festgehalten werden, dass es oftmals nicht an Wissen mangelt, sondern wie von den Experten angesprochen, das Bewusstsein und Wissen stärker vermittelt werden muss. Hinsichtlich der Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung gibt es Differenzen zwischen Theorie und Praxis.

Wie bereits bei den Herausforderungen angesprochen, zeigt sich Uneinigkeit in Theorie und Praxis bezüglich des Vorhandenseins einer Quantifizierungs- und Bewertungsmethode im klimaangepassten Bauen. 61% der Befragten geben an, Bewertungsmethoden zum klimaangepassten Bauen zu kennen. Auf Rückfrage werden ausnahmslos Methoden zur Bewertung der Energieeffizienz und Nachhaltigkeit

genannt, wie die Berechnung des Heiz- und Kühlbedarfs oder des CO₂-Verbrauchs. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass das klimaangepasste Bauen wie bereits erläutert, oftmals mit dem nachhaltigen oder energieeffizienten gleichgesetzt wird. Keiner der Experten kann eine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode der Klimaanpassung nennen. Einige Experten erläutern, dass die Möglichkeiten einer Quantifizierung und Bewertung vorhanden sind, eine beschreibende Größe und einheitliche Methode jedoch fehlen. Uneinigkeit zwischen Theorie und Praxis herrscht auch bezüglich des Themas, ob eine Bewertungsmethode der Kulturanpassung existiert bzw. fehlt. Im Gegensatz zur Literaturrecherche, welche das Fehlen einer objektiven Methode aufzeigt, sind die Experten gespaltenen Meinung. Circa die Hälfte der Befragten unterstützt die Aussage der Literaturrecherche, 23% der Interviewten sind der Meinung, dass es bereits Methoden geben. Beispielhaft genannte Methoden wie die Bewertung durch ein Gremium werden von anderen Interviewteilnehmern als subjektiv und unsystematisch bezeichnet. Die Aspekte sollten messbar und quantifizierbar sein. Zudem fehlt häufig eine Objektivierung sowie die Berücksichtigung der Nutzer. Auch hier wird deutlich, dass das Verständnis des kulturangepassten Bauens unterschiedlich ist, da die angegebenen Methoden unterschiedliche Aspekte bewerten. Mittels einer bauphysikalischen Kontrollmessung kann beispielsweise die Innenraumtemperatur bewertet werden, ein öffentliches Gremium hingegen bewertet beispielsweise die städtebauliche Einbindung. Teilweise wird geäußert, dass eine Quantifizierung und Bewertung der Kulturanpassung nicht gutgeheißen werden. Bei 5 der 31 Befragten geht die Thematik mit einer hohen Emotionalität einher. Teils wird sogar eine starke Verärgerung der Befragten festgestellt, sodass die fachliche Diskussion beeinträchtigt ist. Die Untersuchung der Emotionalität bezüglich der Quantifizierung weicher Faktoren wird in dieser Arbeit nicht durchgeführt. Diese Arbeit beleuchtet die Thematik des kulturangepassten Bauens aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht. Eine Untersuchung aus sozialwissenschaftlicher und psychologischer Sicht wird jedoch als notwendig erachtet. Ein Hinweis dazu erfolgt in Kapitel 9.2 dem Ausblick.

Zwischenfazit:

Es zeigt sich, dass zwischen Theorie und Praxis Uneinigkeit bezüglich des Vorhandenseins und der Notwendigkeit von Quantifizierungs- und Bewertungsmethoden zum klima- und kulturangepassten Bauen besteht. Kapitel 2 zeigt auf, dass keine eindeutigen Quantifizierungs- und Bewertungsmethoden existieren. Einige Experten sind anderer Meinung bezüglich der Klimaanpassung, was darauf zurückzuführen ist, dass diese das klimaangepasste Bauen mit dem nachhaltigen bzw. energieeffizienten Bauen gleichsetzen. Auf die unklare Begriffsabgrenzung wird zudem zurückgeführt, dass lediglich 43% das Fehlen einer Quantifizierung und 50% einer Bewertungsmethode der Klimaanpassung einräumen. Es wird davon ausgegangen, dass der Prozentsatz durch eine eindeutige Begriffsdefinition steigen würde. Da keine Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Klimaanpassung in der Interviewstudie genannt wird und kein Experte eine solche Methode grundsätzlich infrage stellt, wird festgehalten, dass eine Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Klimaanpassung fehlt und als notwendig angesehen wird. In Hinblick auf die Kulturanpassung sind die Experten ebenfalls gespaltenen Meinung. Einige empfinden eine Quantifizierung und Bewertung als nicht zielführend. Dennoch bestätigt die Mehrheit den Stand des Wissens aus Kapitel 2. Es kann festgehalten werden, dass weder für das klima- noch das kulturangepasste Bauen eine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode existiert.

Bei der Befragung zu den Anforderungen an eine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode des klima- und kulturangepassten Bauens zeigt sich, dass die Experten sehr unterschiedliche Aspekte nennen. Neben einigen Häufungen gibt es eine Vielzahl an Aspekten, welche lediglich in einem oder zwei Interviews vorgebracht wurde. Dennoch können die Aspekte zu einzelnen Themenfeldern zusammengefasst werden. Eine oftmals von den Experten formulierte Anforderung, welche bereits in Kapitel 2 als auch in den vorhergehenden Kapiteln 3.1.3 und 3.1.2 erwähnt wurde, ist die Definition der Begriffe klima- und kulturangepasstes Bauen. Diese Thematik und die in einem Interview genannte Anforderung der Grundlagentheorie werden zu einem Themenfeld zusammengefasst. Weiter einig sind sich Theorie und Praxis in der Notwendigkeit der stärkeren Berücksichtigung der Nutzer. Unter diesem Themenfeld werden nachfolgend genannte Aspekte zusammengefasst:

- Nutzerzentrierter Ansatz
- Nutzerbefragungen
- Einbeziehung der Bevölkerung und Bewohner vor Ort
- Berücksichtigung der Wünsche des Bauherrn
- Berücksichtigung des Nutzereinflusses

Aus mehreren Interviews wie auch aus der Literaturrecherche geht die Berücksichtigung der lokalen Abhängigkeit der klimatischen und kulturellen Einflüsse durch eine dynamische Methode hervor. Zu diesem Themenfeld werden die Anforderungen bezüglich einer Definition der Baukultur vor Ort sowie nach einer flexiblen und international anwendbaren Methode eingruppiert. Des Weiteren sind sich Theorie und Praxis einig, dass ein ganzheitlicher Ansatz notwendig ist. Darunter wird die Berücksichtigung technischer, wirtschaftlicher, sozialer und ökologischer Aspekte verstanden. Die aus der Literaturrecherche abgeleitete Anforderung der Priorisierung baukultureller Aspekte wird von den Experten bestätigt. Anforderungen, welche aus den Interviews, nicht aber der Literaturrecherche hervorgehen, sind die Unabhängigkeit der Klima- und Kulturanpassung, die Bewertung mittels eines Vergleichs, die Berücksichtigung jetziger und künftiger Situationen, ein Mixed-Methode-Ansatz sowie die Anpassungsfähigkeit der Komplexität und Digitalisierung der Methode. Uneinig sind sich die Befragten, ob die Methode nur für Experten oder auch Laien anwendbar sein sollte. Da jedoch viele der Experten geäußert haben, dass das kulturangepasste Bauen ein schwieriges und komplexes Thema ist, ist davon auszugehen, dass eine Anwendung einer Quantifizierungs- und Bewertungsmethode eine Expertise benötigt. Insgesamt zeigt sich durch die Auswertung der quantitativen Fragen eine hohe Übereinstimmung zwischen Theorie und Praxis. Nachfolgende Abbildung 35 gibt eine Zusammenfassung über die herausgearbeiteten Anforderungen aus Theorie und Praxis.

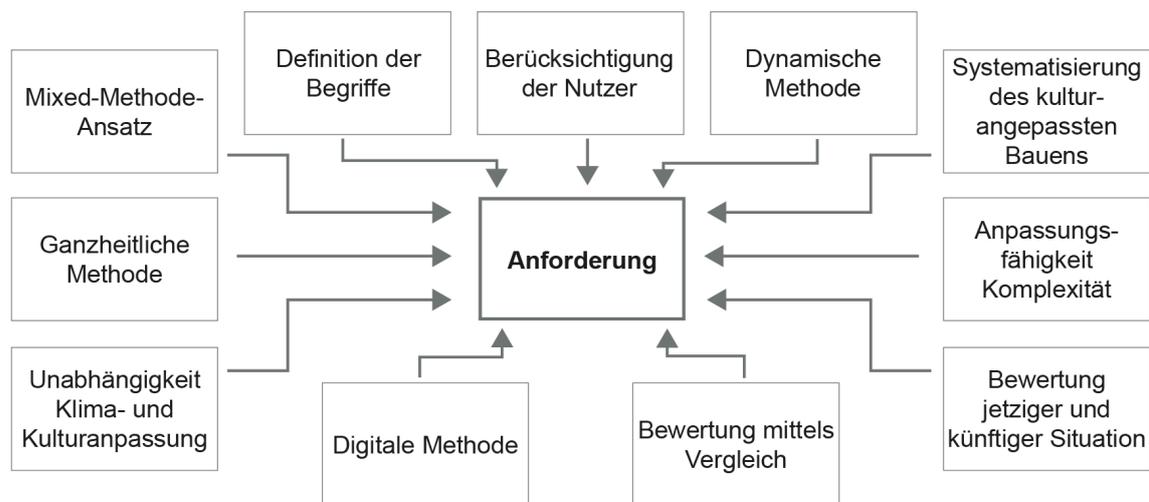


Abbildung 35 Anforderungen an eine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode des klima- und kulturangepassten Bauens

Zwischenfazit:

In der Interviewstudie wird eine Vielzahl an Anforderungen an die Methode formuliert. Einige Häufigkeiten der Nennungen sind zu erkennen. Viele genannte Aspekte können zu Themenfeldern zusammengefasst werden. Theorie und Praxis stimmen in vielen Fällen überein. Uneinig sind sich die Befragten, ob es sich bei der Methode um ein Expertentool handeln soll. Aufgrund des mangelnden Bewusstseins in der Praxis ist jedoch davon auszugehen, dass eine Anwendung einer Quantifizierungs- und Bewertungsmethode eine Expertise benötigt.

Die Auswertung der Befragung nach Kriterien für eine Bewertung der Klima- und Kulturanpassung wird von den Experten unterschiedlich beantwortet. Hier zeigen sich wenige Worthäufungen. Oftmals werden für die Klimaanpassung Kriterien des nachhaltigen oder energieeffizienten Bauens genannt, wie beispielsweise der Ressourcenverbrauch, die Regionalität der Baustoffe oder der Heiz- und Kühlbedarf sowie der Prozentsatz der Anlagentechnik. Dies wird ebenfalls wieder auf die mangelnde Begriffsabgrenzung zurückgeführt. Als Kriterien des kulturangepassten Bauens nennen die Experten oftmals Behaglichkeitsparameter oder die Steigerung der Behaglichkeit. Diese Indikatoren werden für die Bewertung der sozialen Säule im nachhaltigen Bauen verwendet. Mehrfach werden emotionale Aspekte wie das Glück und die Zufriedenheit der Bewohner vorgeschlagen. Es zeigt sich, dass die Experten sich schwertun, konkrete Kriterien zu benennen. Oftmals wird hervorgebracht, dass insbesondere für die Kultur Kriterien fehlen.

Zwischenfazit: Die Untersuchung der von den Experten vorgeschlagenen Kriterien zur Bewertung der Klimaanpassung zeigt abermals, dass das klimaangepasste Bauen häufig mit dem energieeffizienten und nachhaltigen Bauen gleichgesetzt wird. Auch hier wird nochmals darauf hingewiesen, dass eine Differenzierung der Begrifflichkeiten notwendig ist. Im kulturangepassten Bauen fällt wiederum auf, dass die Experten sich schwertun, konkret zu werden. Oftmals wird geäußert, dass Kriterien für eine Bewertung noch entwickelt werden müssen.

Fazit:

Die Auswertung der Interviewstudie verdeutlicht, dass das klimaangepasste Bauen deutlich präsenter ist als das kulturangepasste. Der Begriff ist geläufiger, die Relevanz und das Interesse werden höher eingeschätzt, ebenso wie die Rolle im eigenen Berufsfeld sowie die Einflussmöglichkeiten der eigenen Berufsgruppe. Dies deckt sich mit der gefundenen Anzahl an Literatur in Kapitel 2, welche beim klimaangepassten Bauen umfangreicher ist als beim kulturangepassten.

Das klimaangepasste Bauen wird oftmals mit dem nachhaltigen oder energieeffizienten Bauen gleichgesetzt, eine klare Abgrenzung fehlt. Die Notwendigkeit des klimaangepassten Bauens wird durch Themen, die den Klimawandel betreffen, begründet, wie beispielsweise der Ressourcenverbrauch, die CO₂-Reduzierung oder die Energieeinsparung. Das kulturangepasste Bauen ist als Begriff vielen Experten nicht bekannt oder wird als unspezifisch wahrgenommen. Eine Definition oder Konkretisierung des Begriffs wird als notwendig erachtet. Während das klimaangepasste Bauen eine Selbstverständlichkeit in der Baupraxis darstellt, ist das kulturangepasste Bauen mehr ein Randthema. Eine Notwendigkeit des kulturangepassten Bauens wird im Kontext der Globalisierung und Verbreitung des internationalen Stils gesehen.

Es zeigt sich, dass sich weder für das klima- noch für das kulturangepasste Bauen eine klare Vorgehensweise in der Praxis etabliert hat. Die in der Forschung veröffentlichten Informationen und entwickelten Tools sind in der Praxis nicht angekommen. Genannte Vorgehensweisen beziehen sich mehr auf das energieeffiziente und nachhaltige Bauen bzw. auf rein gestalterische Aspekte, was abermals durch die fehlenden Begriffsdefinitionen begründet werden kann. Eine stärkere Sensibilisierung für die Thematik ist notwendig. Eine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode zum klima- und kulturangepassten Bauen konnte nicht identifiziert werden. Genannte Methoden beziehen sich wiederum auf das nachhaltige oder energieeffiziente Bauen sowie auf rein gestalterische Aspekte. Der Großteil der Befragten ist der Meinung, dass eine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode zum klima- und kulturangepassten Bauen fehlt. Einige Experten stehen der Quantifizierung und Bewertung der Kulturanpassung sehr kritisch gegenüber der Klimaanpassung hingegen nicht. Insgesamt wird die Thematik des kulturangepassten Bauens eher kritisch gesehen und ist bei 16% der Befragten von einer hohen Emotionalität begleitet.

Die formulierten Anforderungen der Interviewpartner können folgendermaßen zusammengefasst werden: Die Methode soll einen ganzheitlichen, dynamischen Mixed-Method Ansatz verfolgen, welcher die Bedürfnisse der Nutzer berücksichtigt. Eine Systematisierung des kulturangepassten Bauens wird als notwendig erachtet. Zudem sollte die Methode in ihrer Komplexität anpassbar sein. Die Klima- und Kulturanpassung sollen unabhängig voneinander mittels eines Vergleichs bewertet werden. Neben der aktuellen sollen künftige Situationen bewertet werden können. Idealerweise handelt es sich um eine digitale Methode. Zur Nennung möglicher Bewertungskriterien ist zu sagen, dass diese sich wiederum stark am nachhaltigen oder energieeffizienten Bauen orientieren. Oftmals wird geäußert, dass Kriterien für eine Bewertung noch entwickelt werden müssen. Insgesamt zeigt sich ein Handlungsbedarf insbesondere in der Politik und Forschung, jedoch auch in der Lehre unter den Beteiligten des Baugewerbes und in der Öffentlichkeitsarbeit. Insbesondere der Handlungsbedarf für die Forschung ist für diese Arbeit von Relevanz.

Die nachfolgende Abbildung 36 zeigt die Forschungslücken auf, welche sich aus der Auswertung der Interviews ergeben:

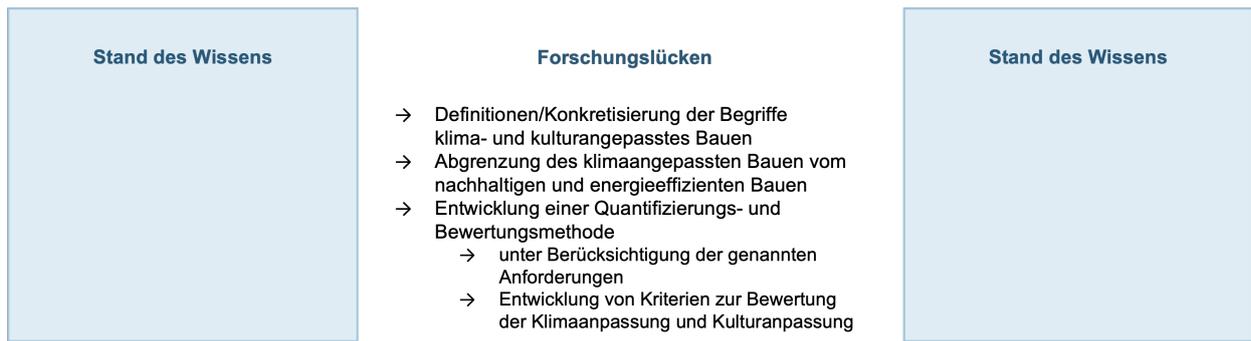


Abbildung 36 Auf Basis der Interviewstudie identifizierte Forschungslücken im klima- und kulturangepassten Bauen

4 Theoretische Grundlagen zum Ansatz der Bewertungsmethode

Mit Kapitel 4 beginnt, wie bereits in der Einleitung in Kapitel 1.3 aufgezeigt, die präskriptive Phase (PS): die Entwicklung des Lösungsansatzes für die identifizierte Problemstellung. In den vorherigen Kapiteln 2 und 3 wurden in der ersten deskriptiven Studie (DS I) der Stand des Wissens sowie die Forschungslücke im klima- und kulturangepassten Bauen auf Basis einer systematischen Literaturrecherche sowie einer empirischen Studie dargelegt. Kapitel 3 legt zudem die grundsätzliche Übereinstimmung der Erkenntnisse aus Theorie und Praxis dar und zeigt den Bedarf eines Lösungsansatzes auf. Dieses Kapitel 4 baut auf den in Kapitel 3 formulierten Anforderungen auf, um die theoretischen Grundlagen zum Lösungsansatz abzuleiten. Die DRM (vgl. Kapitel 1.3) unterscheidet in drei Arten der Präskriptiven Studie (PS): die initiale, die umfassende und die überprüfungsbasierte PS (Blessing & Chakrabarti, 2009). In dieser Arbeit wird eine umfassende PS durchgeführt, welche in Anlehnung an die Arbeit von Blessing und Chakrabarti (2009) aus folgenden Schritten besteht: Aufgabenklärung, konzeptioneller Entwurf, ausgearbeiteter Entwurf, Detailentwurf und Test. Die Aufgabenklärung steht im Fokus des Kapitels 4.1 und erläutert, inwieweit die in Kapitel 2 und 3 identifizierten Anforderungen berücksichtigt werden. In Kapitel 4.2 wird der konzeptionelle Entwurf der Methode vorgestellt. Kapitel 4.3 erläutert und begründet die Auswahl der integrierten Methoden (ausgearbeiteter Entwurf). Für die Schritte Detailentwurf und Test ist auf Kapitel 5 und 6 zu verweisen.

4.1 Anforderungen

Laut Blessing und Chakrabarti (2009) führt eine umfassende PS zu einem soweit realisierten Lösungsansatz, dass die Kernfunktionalität im Hinblick auf ihr Potenzial zur Erfüllung des Zwecks, für welchen sie entwickelt wurde, eine Bewertung zulässt. Der Umfang des Lösungsansatzes hängt davon ab, was für eine Evaluation benötigt wird und was im Rahmen der zeitlichen, organisatorischen und inhaltlichen Einschränkungen möglich ist. Zu klären ist, ob der Forschende den entwickelten Ansatz in der realen Umgebung anwenden muss oder ob eine Testumgebung ausreicht. Um die Kernfunktionalität zu bewerten, reicht oftmals ein Prototypsystem aus. (Blessing & Chakrabarti, 2009)

Da im vorliegenden Fall keines der bestehenden Modelle aktuell eine adäquate Lösung bietet, kann auf keinem Modell aufgebaut werden. Die zu entwickelnde Methode bildet somit einen ersten Grundstein in der Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung. Der Fokus liegt somit wie oben erwähnt auf der Entwicklung eines Ansatzes, welcher die Kernfunktionalitäten aufweist: ein Prototypsystem. Aus diesem Grund beschränkt sich die Anwendung der Methode (Kapitel 6) auf eine Testumgebung.

Kapitel 3 gibt einen Überblick der ermittelten Anforderungen an eine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode, welche sich aus der Literaturrecherche sowie aus der Interviewstudie ableiten lassen. Für den ersten Entwurf der neuartigen Methode werden in diesem Kapitel 4.1 die Kernanforderungen ermittelt. Es wird dargelegt, welche Anforderungen berücksichtigt und welche erst in Weiterentwicklungen der Grundmethode integriert werden.

Auf Basis der Literaturrecherche sowie der empirischen Studie ergeben sich 13 Anforderungen:

- Definition der Begriffe klima- und kulturangepasstes Bauen
- Berücksichtigung der Nutzer
- Dynamische Methode
- Systematisierung des kulturangepassten Bauens
- Priorisierung baukultureller Anforderungen
- Anpassungsfähigkeit der Komplexität der Methode
- Bewertung der jetzigen und künftigen Situation
- Bewertung mittels eines Vergleichs
- Digitale Methode
- Unabhängigkeit der Klima- und Kulturanpassung
- Ganzheitliche Methode
- Mixed-Method-Ansatz
- Direkte Bewertung der Klimaanpassung: Kausalität zwischen Klimaanpassung und Bewertungsgröße

Die Notwendigkeit einer Definition der Begriffe wird sowohl im Rahmen der Methode als auch unabhängig davon genannt. Eine grundsätzliche Definition wurde in Kapitel 2.1.1 sowie Kapitel 2.1.2 hergeleitet. Das klimaangepasste Bauen konnte klar definiert werden. Somit grenzt sich der Begriff nun eindeutig vom nachhaltigen und energieeffizienten Bauen ab. Die Literaturrecherche aus Kapitel 2 zeigt die Notwendigkeit einer Quantifizierungsmethode der Klimaanpassung auf, welche auf einer Kausalität zwischen der Klimaanpassung und den Bewertungsgrößen basiert. Da dies auf Basis der in Kapitel 2.1.1 abgeleiteten Definition möglich ist, gibt die Definition ebenfalls den Rahmen der Methode vor. Eine klare Definition des kulturangepassten Bauens ist aufgrund der Vielzahl an unterschiedlichen Aspekten der Thematik nicht möglich. Der Begriff wurde nicht definiert, sondern konkretisiert, indem das kulturangepasste Bauen in unterschiedliche Dimensionen gefasst wurde. Im Rahmen der Arbeit werden die unterschiedlichen Dimensionen berücksichtigt, sodass die Kulturanpassung greifbar wird. Eine der Dimensionen ebenso wie eine der formulierten Anforderungen stellt die Berücksichtigung des Nutzers dar. Die Berücksichtigung des Nutzers soll zum einen über einen nutzerzentrierten Ansatz, zum anderen über eine genaue Simulation des Nutzerverhaltens erfolgen.

Des Weiteren sind die Anwendungsgrenzen des klima- und kulturangepassten Bauens klar zu definieren. Der in dieser Arbeit entwickelte Prototyp der Methode reduziert sich auf die Betrachtungsebene „Gebäude“. Eine Betrachtung des Quartiers sowie des städtebaulichen Kontextes wird für Weiterentwicklungen der Methode als sinnvoll erachtet. Ein Hinweis dazu erfolgt in Kapitel 9.2, dem Ausblick.

Aus den Experteninterviews geht die Forderung nach einer dynamischen Methode hervor. Dynamische Berechnungen bilden die realen Randbedingungen besser ab und sollen deshalb bereits in einer Prototypenvariante integriert werden. Die Anforderung wird aus diesem Grund im Ansatz berücksichtigt.

Um das kulturangepasste Bauen besser fassen zu können, soll eine Systematisierung erfolgen. Die unterschiedlichen baukulturellen Anforderungen an Gebäude sollen zudem priorisiert werden, um eine Einschätzung zu erleichtern. Auch diese beiden Anforderungen werden in der zu entwickelnden Methode berücksichtigt, ebenso wie die Anforderung nach einer digitalen Methode.

Laut einigen Interviewteilnehmern soll die Methode in ihrer Komplexität an den Planungsstand angepasst werden können. Zudem wird eine Bewertung der aktuellen sowie künftigen Situationen als notwendig angesehen. Diese beiden Aspekte sind für eine Grundfunktionalität der Methode nicht von Relevanz und werden in einer erweiterten Methode als sinnvoll erachtet. Ein Hinweis dazu erfolgt in Kapitel 9.2, dem Ausblick.

Sowohl in der Literaturrecherche als auch in der Interviewstudie zeigt sich die Notwendigkeit einer ganzheitlichen Methode. Die Definitionen des klimaangepassten Bauens aus 2.1.1 gehen ausschließlich auf Behaglichkeit (soziale Komponente der Nachhaltigkeit) sowie die Energie (ökologische Komponente) ein. Die Interviewstudie zeigt auf, dass ebenso ökonomische Aspekte von hoher Relevanz sind. Durch die Berücksichtigung der drei Aspekte der Nachhaltigkeit kann sichergestellt werden, dass eine Klima- oder Kulturanpassung nicht zulasten der Ökologie, Ökonomie oder des Sozialen gehen. Beispielsweise kann die Minimierung der Fensterflächen zu einer höheren Klimaanpassung führen, jedoch würden sie die visuelle Behaglichkeit und somit die soziale Säule der Nachhaltigkeit nachteilig beeinflussen. Um zu einem ganzheitlichen Ansatz zu kommen, wird der Forderung nach einer ganzheitlichen Methode durch die Berücksichtigung von Kontrollelementen der Nachhaltigkeit entsprochen. Die Betrachtung unterschiedlicher Aspekte begründet die Verwendung unterschiedlicher Methoden. Somit wird der Anforderung nach einem Mixed-Method Ansatz entsprochen.

Das klima- und kulturangepasste Bauen hängen zwar meist zusammen, dennoch berücksichtigt die Methode eine unabhängige Bewertung der Klima- und Kulturanpassung. Eine positiv bewertete Klimaanpassung gleicht beispielsweise eine negativ bewertete Kulturanpassung nicht aus, da die Bewertungsgrößen nicht zusammengeführt werden. Die Anforderung einer Bewertung mittels eines Vergleichs wird ebenfalls als geeignet angesehen. Nachfolgende Abbildung 37 zeigt die Übersicht der in Kapitel 3 genannten Anforderungen. Grau hinterlegt sind Anforderungen, welche in einer Erweiterung der Methode Berücksichtigung finden sollen und im Ausblick der Arbeit in Kapitel 9.2 näher erläutert werden.

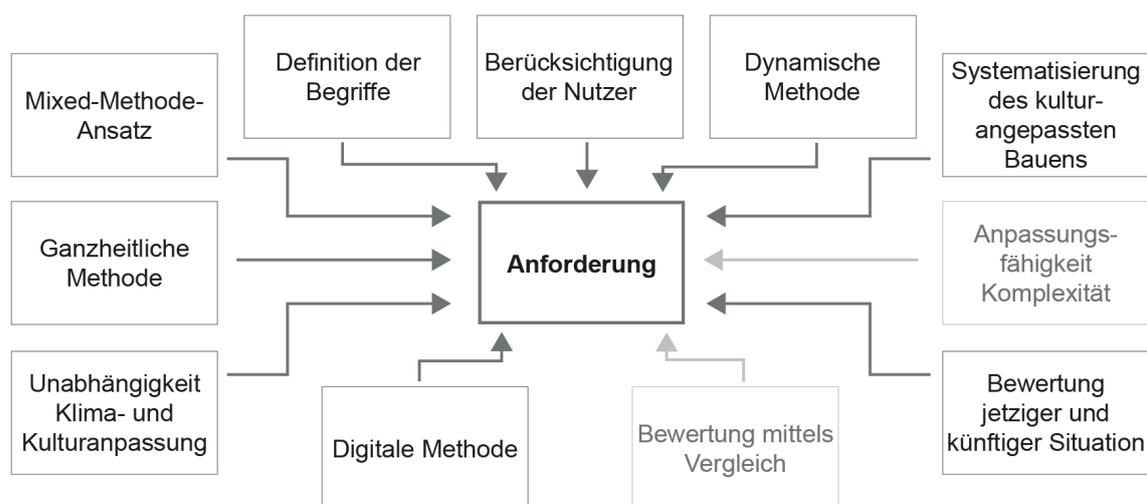


Abbildung 37 Berücksichtigung der Anforderungen an eine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode des klima- und kulturangepassten Bauens

4.2 Konzeptioneller Entwurf

In diesem Abschnitt wird auf Basis der Anforderungen aus Kapitel 4.1 ein erstes Grundkonzept für die Methode entworfen, welches die definierten Anforderungen erfüllt und die Forschungslücke schließt. Ziel der Methode ist es, das klima- und kulturangepasste Bauen zu quantifizieren und zu bewerten unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit. Den Kontrollelementen der Nachhaltigkeit wird dabei die gleiche Relevanz wie der Klima- und Kulturanpassung zugesprochen, da die Klima- und Kulturanpassung, wie bereits in vorherigem Kapitel 4.1 erläutert, die Nachhaltigkeit nicht negativ beeinflussen sollen. Eine Grundstruktur auf Basis des formulierten Ziels kann nachfolgender Abbildung 38 entnommen werden.

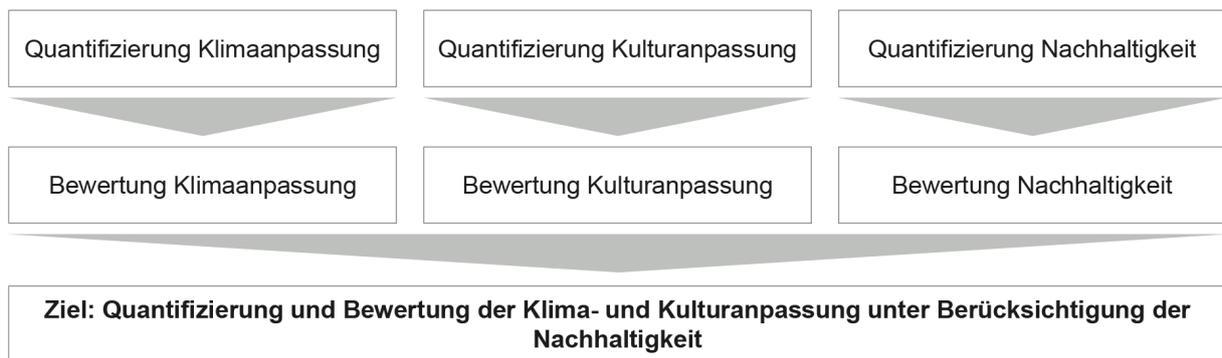


Abbildung 38 Grundstruktur der neu zu entwickelnden Methode zur Quantifizierung und Bewertung des klima- und kulturangepassten Bauen unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit

Zu Beginn ist zu klären, wie die Klimaanpassung quantifiziert werden kann. Laut Definition aus Kapitel 2.2.1 bedeutet das klimaangepasste Bauen, das Gebäude so an das lokale Außenklima anzupassen, dass die meiste Zeit des Jahres durch vorrangig bauliche Maßnahmen und Nutzung der natürlichen Energieressourcen ein angenehmes Innenraumklima erzeugt und der Energiebedarf minimiert wird. Die Klimaanpassung kann demnach über die Zeit des Jahres, in welcher das Gebäude durch bauliche Maßnahmen und Nutzung der natürlichen Energieressourcen ein angenehmes Innenraumklima erzeugt, quantifiziert werden. Neben der Zeit sollte auch noch die Abweichung des vorhandenen Innenraumklimas vom gewünschten betrachtet werden. Weicht die operative Innenraumtemperatur in einem Zeitraum, in welchem sie sich nicht im Komfortbereich befindet, lediglich ein bis zwei Grad vom Komfortbereich ab, ist die Klimaanpassung des Gebäudes besser zu bewerten als bei einer Abweichung von 10 bis 15 Grad. Zudem ist von Relevanz, wie lange in welcher Höhe die operative Ist-Temperatur von der Soll-Temperatur abweicht. Dies würde durch die ausschließliche Bewertung anhand der Zeit, in welcher ein angenehmes Innenraumklima durch bauliche Maßnahmen sowie natürliche Energieressourcen ermöglicht wird, nicht berücksichtigt werden. Somit ist eine weitere Quantifizierungsgröße notwendig, welche die zeitabhängige Größe der Abweichung zwischen der operativen Ist-Temperatur und Soll-Temperatur berücksichtigt. Dies kann durch das Bilden eines Integrals der operativen Temperaturen außerhalb des Komfortbereichs über die Zeit erfolgen, analog zur Methode der Übertemperaturgradstunden (DIN 4108-2:2013-02). Bei der Ermittlung dieser Größen ist nach Kapitel 4.1 von Relevanz, dass der Nutzer sowohl in seinem Einfluss als auch in seinen Bedürfnissen berücksichtigt wird und ein dynamischer Ansatz gewählt wird. Als Teilkomponente

der Gesamtmethode ergibt sich somit eine Methode zur Quantifizierung der Klimaanpassung, welche dynamische Randbedingungen, den Nutzereinfluss und die Nutzerbedürfnisse berücksichtigt. Die Auswahl geeigneter Methoden wird in nachfolgendem Kapitel 4.3 diskutiert.

Da das kulturangepasste Bauen schwer abzugrenzen ist, erweist sich die Ermittlung einer allgemeinen quantitativen Bewertungsgröße als schwierig. Wie in Kapitel 2.2.1 erläutert, zeigen sich unterschiedliche Dimensionen des kulturangepassten Bauens. Ein Ansatz ist die Entwicklung unterschiedlicher Quantifizierungsmethoden für die verschiedenen Dimensionen. Kapitel 2.2.4 zeigt auf, dass die Berücksichtigung der Bedürfnisse und Wünsche der Nutzer oftmals fehlt. Es gibt keine Methode, die die Kulturanpassung quantifizierbar macht und den Fokus auf die Bedürfnisse der Nutzer legt. Um diese Lücke zu schließen, wird sich auf die Dimension der Berücksichtigung der Nutzerbedürfnisse konzentriert. Die Kulturanpassung kann somit über die von den Nutzern wahrgenommene Berücksichtigung der eigenen Bedürfnisse quantifiziert werden. Relevant ist dabei zu wissen, welche (kulturell bedingten) Nutzerbedürfnisse vorhanden sind. Neben einer Teilmethode zur Datenerhebung der wahrgenommenen Berücksichtigung der Bedürfnisse ist eine weitere Teilmethode notwendig, um die Bedürfnisse an sich zu ermitteln. Von Relevanz ist hierbei, dass die Methode sich an unterschiedliche Kulturräume und somit Nutzerbedürfnisse flexibel anpassen kann und über eine Systematisierung der kulturellen Anforderungen erfolgt. Kapitel 4.1 legt zudem die Anforderung einer Priorisierung der Bedürfnisse dar. Somit ergibt sich die Notwendigkeit zwei weiterer Teilmethoden: einer Methode zur Ermittlung der Priorität der Bedürfnisse sowie einer Methode zur Berücksichtigung der ermittelten Priorität. Welche Methoden sich eignen, wird analog zur Klimaanpassung in nachfolgendem Kapitel 4.3 diskutiert.

Einen weiteren Baustein bildet die Quantifizierung der Kontrollgrößen der Nachhaltigkeit. Da diese eine soziale, ökologische und ökonomische Komponente beinhaltet, sind weitere Einzelmethoden zur Quantifizierung der Komponenten notwendig. Derzeit haben sich bereits Methoden zur Quantifizierung der Nachhaltigkeit etabliert. Die soziale Säule der Nachhaltigkeit wird i. d. R. über die Behaglichkeit quantifiziert, die ökologische über Kennwerte wie den CO₂-Verbrauch oder den kumulierten Energieaufwand. Die Quantifizierung der Ökonomie erfolgt oftmals über die monetären Kosten. Die Auswahl geeigneter Methoden wird ebenfalls in Kapitel 4.3 diskutiert. Wie die Grundstruktur in Abbildung 38 aufzeigt, folgt der Quantifizierung die Bewertung. In der empirischen Studie wird eine Bewertung mittels eines Vergleichs gefordert. Eine Diskussion dazu folgt in Kapitel 4.3. Nachfolgende Abbildung 39 zeigt die erweiterte Grundstruktur der neu zu entwickelnden Methode sowie die berücksichtigten Anforderungen an die Methode.



Abbildung 39 Erweiterte Grundstruktur der neu zu entwickelnden Methode zur Quantifizierung und Bewertung des klima- und kulturangepassten Bauen unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit

4.3 Auswahl und Begründung integrierter Methoden

Aufbauend auf den Erkenntnissen aus Kapitel 4.2 werden in diesem Kapitel die zu integrierenden Teilmethoden diskutiert.

Um die Klimaanpassung und somit die Zeit des Jahres, in welcher das Gebäude durch bauliche Maßnahmen und Nutzung der natürlichen Energieressourcen ein angenehmes Innenraumklima erzeugt sowie die Größe der Abweichung zwischen der operativen Ist-Temperatur und Soll-Temperatur zu ermitteln, müssen zunächst die Daten des Innenraumklimas des Gebäudes erhoben werden. Als geeignete Methoden werden die thermisch-energetische Gebäudesimulation sowie bauphysikalische Messungen angesehen. Anhand einer thermisch-energetischen Gebäudesimulation kann das Innenraumklima in Abhängigkeit des Außenklimas sowie der Gebäudekonstruktion und den Randbedingungen aus der Nutzung simuliert werden. Da die Einflussgrößen zeitabhängig sind, wird mittels dieser Methode der Anforderung nach einer dynamischen Berechnungsmethode nachgekommen. Eine Fehleranfälligkeit besteht in der Abbildung des Nutzerverhaltens. Dieses ist möglichst realitätsnah zu simulieren. Eine bauphysikalische Messung bietet den Vorteil, dass das reale Nutzerverhalten berücksichtigt wird. Um jedoch den Einfluss des Nutzerverhaltens auf die Klimaanpassung zu betrachten, muss dieses bei einer Messung genau dokumentiert werden. Eine derartige Dokumentation ist häufig fehleranfällig, sodass das Ziehen von Rückschlüssen nur eingeschränkt möglich ist. Ein weiterer Nachteil ist, dass das Gebäude bereits vorhanden und genutzt sein muss. Idealerweise erstreckt sich die Datenerhebung über ein Jahr, was messtechnisch mit einem erheblichen Aufwand einhergeht. Das Anbringen der Messtechnik ist ebenfalls fehleranfällig. Zudem besteht die

Gefahr, dass die Nutzer Messsensoren entfernen oder umplatzieren. Fehler werden meist erst bei der Datenauswertung erkannt, was bei dem hohen zeitlichen Aufwand einer Datenerhebung mittels bauphysikalischer Messungen von Nachteil ist. Aus diesen Gründen wird die Datenerhebung mittels thermisch-energetischer Simulation für diese Methode als geeignetes Instrument angesehen. Bauphysikalische Messungen weisen einen zu hohen zeitlichen Aufwand sowie eine zu hohe Fehleranfälligkeit auf. Diese sollten jedoch, wenn möglich zu Zwecken der Validierung des Simulationsmodells zusätzlich durchgeführt werden. Dazu ist eine Messung über einige Wochen ausreichend. In Anschluss an die Datenerhebung ist die Zeit zu ermitteln, in welcher das Gebäude durch bauliche Maßnahmen und Nutzung der natürlichen Energieressourcen ein angenehmes Innenraumklima erzeugt. Diese ergibt sich dabei aus der Zeit, in welcher keine Anlagentechnik benötigt wird und das Innenraumklima sich dennoch innerhalb der Komfortgrenzen befindet. Zudem ist die zeitabhängige Summe der Abweichungen zwischen der operativen Ist- und Soll-Temperatur zu bestimmen. Übliche Simulationsprogramme geben diese Anzahl an Stunden sowie das Integral der operativen Temperaturen außerhalb des Komfortbereichs über die Zeit nicht direkt aus. Neben einer händischen Auswertung können die genannten Größen mithilfe eines programmierten Tools ermittelt werden. Ein Tool reduziert im Vergleich zu einer händischen Auswertung den Zeitaufwand, die Fehleranfälligkeit und erhöht die Anwenderfreundlichkeit. Aus diesen Gründen wird die Methode einer Auswertung mittels eines programmierten Tools favorisiert. Dies kommt zudem der Anforderung nach einer digitalen Methode entgegen.

Um die Kulturanpassung zu quantifizieren, sind nach Kapitel 4.2 vier Einzelmethoden notwendig: zur Ermittlung der Nutzerbedürfnisse, zur Priorisierung dieser, zur Ermittlung der wahrgenommenen Berücksichtigung der Bedürfnisse sowie zur Berücksichtigung der Priorisierung.

Die Nutzerbedürfnisse hängen von vielen Randbedingungen wie dem Standort oder der Nutzungsart ab. Es gibt unterschiedliche Methoden, die Bedürfnisse zu ermitteln. Die Produktentwicklung beschäftigt sich ebenfalls ausgiebig mit der Identifizierung von Nutzerbedürfnissen und nennt dazu unterschiedliche Methoden. Nach Lindemann (2009) bieten sich Recherchen, Interviews und Fragebögen an, um Informationen zu ermitteln. Eine Recherche kann erste Anhaltspunkte liefern. Vorhandene Informationen können jedoch veraltet sein oder die benötigten Informationen fehlen, sodass die Methode sich teilweise nur ergänzend eignet. Interviews eignen sich insbesondere, wenn die Anzahl an Befragten reduziert ist. Hierbei sollte auf geschultes Interviewpersonal geachtet werden. Fragebögen können bei einer größeren Anzahl an Nutzern sowie bei geringen zeitlichen und monetären Ressourcen hilfreich sein. (Lindemann, 2009) Vorhandene Befragungstools erleichtern sowohl die Durchführung als auch die Auswertung. Alle genannten Methoden eignen sich zur Ermittlung der Nutzerbedürfnisse. Die Sozialforschung formuliert drei weitere Methoden, um raumbezogene Daten zu ermitteln: Die Beobachtungen, Mental Maps und die räumlichen Narrationen. Die Beobachtung, welche ebenfalls in einem der Experteninterviews angesprochen wird, ist eine klassische Methode der sozialräumlichen Erhebung. Häufig wird nach den Formen der Offenheit und Teilhabe unterschieden. Die Dokumentation des Gesehenen kann auf sehr unterschiedliche Weisen vorgenommen werden. In der Regel werden die Positionen der Nutzer im Raum sowie deren Interaktion dokumentiert. Eine Interpretation der Beobachtungen setzt sehr gute Kenntnisse der jeweiligen

kulturellen Codes voraus. Beobachtungen sind in der Regel mit einem hohen Aufwand verbunden. (Dangschat, 2014)

Unter einer Mental Map versteht man die grafische Darstellung der subjektiven Wahrnehmung bekannter Räume. Anwendung finden sie u. a. in der Raumplanung und dem Städtebau (Lynch, 1968). Bereits existierende Maps können Informationen liefern. Das narrative Interview knüpft an eine Mental Map an, indem Fragen zur Darstellungsweise in der Map gestellt werden. Während bei der Mental Map die Objektivierung sozialräumlicher Phänomene über eine große Anzahl an Personen im Vordergrund steht, wird im narrativen Interview die Sicht einer einzelnen Person analysiert. (Dangschat, 2014) Da sich Mental Maps häufig auf die städtebauliche Ebene beziehen und das narrative Interview von einer hohen Subjektivität geprägt ist, sind diese Methoden für die Ermittlung von Nutzerbedürfnissen hinsichtlich des Gebäudes von untergeordneter Relevanz.

Messungen nutzerspezifischer Daten liefern ebenfalls teilweise Informationen über Nutzerbedürfnisse. Um repräsentative Ergebnisse zu erhalten, ist jedoch eine ausreichend hohe Anzahl an Messungen notwendig. Da diese Methode mit einem sehr hohen Aufwand verbunden ist und zudem viele Nutzerbedürfnisse nicht messbar sind, wird die Methode der Messungen als ungeeignet angesehen. Zudem müssen die Nutzer einverstanden sein, Einblicke in das Privatleben zu geben, was eine weitere Unsicherheit der Methode darstellt.

Als geeignete Methoden werden Recherchen, Interviews und Befragungen sowie Beobachtungen angesehen. Welche Methode oder welche Kombination von Methoden im jeweiligen Fall verwendet wird, sollte den Randbedingungen angepasst werden. Eine Nutzerbefragung mittels eines digitalen Befragungstools wäre beispielsweise in einem Land wie Kuba bei der geringen Verfügbarkeit von Internet nicht zielführend. Hier wäre eine Recherche, Beobachtungen sowie Interviews zu bevorzugen. (Dangschat, 2014) Durch die Auswahlmöglichkeit von Methoden wird dem Anspruch nach Flexibilität und Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Kulturen entgegengekommen. Die unterschiedlichen Methoden sowie ihre Vor- und Nachteile können nachfolgender Tabelle 15 entnommen werden. Grau hinterlegt sind jene Methoden, welche hier keine Anwendung finden.

Tabelle 15 Übersicht unterschiedlicher Methoden zur Datenerhebung aus der Produktentwicklung und Sozialforschung nach (Dangschat, 2014; Lindemann, 2009)

Methoden	Vor- und Nachteile
Recherche	<ul style="list-style-type: none">+ Kann von einem beliebigen Standort aus durchgeführt werden+ Geringe zeitliche und monetäre Ressourcen notwendig- Veraltete oder fehlende Informationen
Interview	<ul style="list-style-type: none">+ Erhöhtes Verständnis für einen Sachverhalt+ Bei missverständlichen Aussagen kann nachgefragt werden- Geringe Anzahl an Befragten möglich- Geschultes Interviewpersonal notwendig- hohe zeitliche und monetäre Ressourcen notwendig
Befragung	<ul style="list-style-type: none">+ Größere Anzahl an Befragten möglich+ Geringe zeitliche und monetäre Ressourcen notwendig- Weniger detaillierte Ergebnisse- Antworten werden stark von der Art der Frage beeinflusst
Beobachtung	<ul style="list-style-type: none">+ Detaillierte Ergebnisse- Geschulter Beobachter notwendig- Hohe zeitliche und monetäre Ressourcen notwendig
Mental Map	<ul style="list-style-type: none">- Fokus auf städtebauliche Aspekte- Geschultes Personal notwendig
Räumliche Narration	<ul style="list-style-type: none">- Fokus auf einzelne Nutzer- Geschultes Personal notwendig
Messungen	<ul style="list-style-type: none">+ Subjektivität gegeben- Vielzahl an Messungen notwendig- Nutzer muss einverstanden sein- Viele Nutzerbedürfnisse nicht messbar

Um die Ermittlung der Nutzerbedürfnisse mittels der genannten Methoden zu erleichtern, sollte diese einer Systematik folgen. Der Forschende muss wissen, welche Informationen zu erfragen sind. Dazu eignet sich als Ausgangsbasis eine Sammlung von Nutzerbedürfnissen, welche durch eine Kategorisierung strukturiert ist. Dieses System der strukturierten Sammlung kann in Form einer Checkliste bei der Datenerhebung Unterstützung bieten. Checklisten dienen laut Lindemann (2009) der Organisation von auszuführenden Handlungen, der Dokumentation der zu prüfenden Gesichtspunkte sowie der Vermeidung des Vergessens wichtiger Punkte. Im Allgemeinen können Checklisten unvollständig sein. Im Fall der abzufragenden möglichen Nutzerbedürfnisse erhebt die Checkliste keinen Anspruch auf Vollständigkeit und ist als sich ständig erweiterndes System anzusehen. Durch die Offenheit des Systems der Checkliste ist die Methode flexibel auf unterschiedliche Bedürfnisse verschiedener Kulturräume anpassbar. In diesem Kontext ist als weitere positive Wirkung von Checklisten die Grundlage zur Anregung der Kreativität zu nennen. (Lindemann, 2009)

Um die Bedürfnisse zu priorisieren, gibt es ebenfalls unterschiedliche Methoden. In der Produktentwicklung werden neben der Punktbewertung Methoden wie der Paarweise Vergleich sowie die Zielpräferenzmatrix genannt (Lindemann, 2009). Diese Methoden werden dabei von den Nutzern oder vertretenden Experten durchgeführt. Die Punktbewertung bewertet, wie der Name der Methode bereits verdeutlicht, die

Objekte anhand einer Punkteskala. Diese kann dabei unterschiedlich gewählt werden. Eine Punkteskala von 1 bis 10 (1= geringe Relevanz, 10= höchste Relevanz) geht oftmals mit einer geringen Differenzierbarkeit einher. Inwieweit sich eine Bewertung zwischen 6 und 7 unterscheidet, ist dabei schwer zu unterscheiden. Eine Skala nach dem Schema 0 -1 - 2 (0 = geringe Relevanz, 1 = mittlere Relevanz, 2 = hoher Relevanz) führt zu einer höheren Differenzierbarkeit. Allgemein ist jedoch davon auszugehen, dass eine Punktbewertung dazu führt, dass die meisten Nutzerbedürfnisse als „hoch relevant“ eingestuft werden und somit eine undeutliche Priorisierung hervorgeht. Im Paarweisen Vergleich werden die Objekte (hier Nutzerbedürfnisse) in einer Matrix gegenübergestellt. Jedes Objekt wird mit jedem anderen verglichen. Im Vergleich werden die Aussagen „weniger wichtig“, „gleich wichtig“ und „wichtiger“ getroffen und numerisch in Punkten ausgedrückt (0= weniger wichtig, 1= gleich wichtig, 2= wichtiger). Abschließend werden die Werte zeilenweise aufaddiert und eine Rangfolge anhand der Punktesummen gebildet. Die Zielpräferenzmatrix stellt eine Sonderform des Paarweisen Vergleichs dar. Hier wird jedem Objekt ein Buchstabe zugeordnet und anschließend mit jedem anderen Objekt verglichen. Der Buchstabe des präferierten Kriteriums wird in die entsprechende Zelle eingetragen. Anschließend wird für jedes Objekt die Gesamtzahl der Präferenzen ermittelt. Mittels Dreisatzes wird abschließend die Gewichtung des Kriteriums bestimmt. Beide Methoden eignen sich zur Priorisierung der Bedürfnisse. Da die Zielpräferenzmatrix im Gegensatz zum Paarweisen Vergleich die Aussage „gleich wichtig“ nicht zulässt, diese jedoch als sinnvoll erachtet wird, wird die Methode des Paarweisen Vergleichs als geeigneter angesehen. Als weiterer Vorteil ist die geringere Komplexität des Paarweisen Vergleichs zu nennen.

Nachfolgende Tabelle 16 gibt eine Übersicht zu den Methoden zur Ermittlung einer Rangfolge aus der Produktentwicklung. Die grau hinterlegten Methoden finden in der Gesamtmethode keine Anwendung.

Tabelle 16 Methoden zur Ermittlung einer Rangfolge in der Produktentwicklung nach (Lindemann, 2009)

Methode	Vor- und Nachteile
Punktbewertung	+ Geringe Komplexität - Geringe Differenzierbarkeit - Nutzer schätzen Bedürfnisse oftmals alle als „hoch relevant ein“
Paarweiser Vergleich	+ Geringe Komplexität + Hohe Differenzierbarkeit
Zielpräferenzmatrix	+ Höhere Komplexität + Hohe Differenzierbarkeit - Objekte können nicht als „gleich wichtig“ bewertet werden

Die Ermittlung der wahrgenommenen Berücksichtigung der Bedürfnisse kann ebenfalls mittels unterschiedlicher Methoden erfolgen. Neben der bereits erläuterten Punktbewertung werden in der Produktentwicklung weitere Methoden wie die gewichtete Punktbewertung sowie die Nutzwertanalyse vorgestellt (Lindemann, 2009). Diese Methoden werden dabei von den Nutzern oder vertretenden Experten durchgeführt. In diesem Kontext bewertet die Punktbewertung Kriterien anhand der Erfüllung von Anforderungen abermals anhand einer beliebig gewählten Punkteskala. Auch in diesem Kontext erschwert eine Skala von 1 bis 10 eine ausreichende Differenzierung. Eine Skala nach dem Schema 0-1-2 (0 = Bedürfnis nicht berücksichtigt, 1 = Bedürfnis teilweise berücksichtigt, 2 = Bedürfnis berücksichtigt) erhöht auch hier die

Differenzierbarkeit. Im Gegensatz zur Einschätzung der Relevanz ist bei der Bewertung der Berücksichtigung nicht davon auszugehen, dass die Befragten zu einer Antwort tendieren. Dennoch ist die Punktbewertung von einer hohen Subjektivität geprägt. Um dieser entgegenzuwirken, können die Bewertungsskalen konkretisiert werden: Die Übersetzung des Erfüllungsgrads in einen Punktwert kann beispielsweise mithilfe einer Wertfunktion umgesetzt werden. Dies wird durch nachfolgendes Beispiel verdeutlicht. Die Befragten sollen bewerten, inwieweit ihr Bedürfnis nach einem Balkon berücksichtigt wurde. Um die Subjektivität der Bewertung zu reduzieren, werden die Skalen konkretisiert: 0 = Kein Balkon ist vorhanden, 1 = Ein Balkon ist vorhanden, jedoch ist die Größe o. Ä. unzureichend, 2 = Ein Balkon mit ansprechender Größe o. Ä. ist vorhanden. Somit wird der Tendenz einer Antwortmöglichkeit sowie der Subjektivität der Antworten entgegengewirkt. Die Punktebewertung wird in diesem Kontext der Bewertung der Berücksichtigung der Bedürfnisse als geeignet angesehen. Die gewichtete Punktbewertung stellt eine Erweiterung der Punktbewertung dar. Hier werden die zu bewertenden Kriterien gewichtet, sodass der Erfüllungsgrad einiger Kriterien von höherer Relevanz ist als die von anderen Kriterien. Die Nutzwertanalyse entspricht im Grundsatz der gewichteten Punktebewertung. Der Unterschied ist, dass die Gewichtung der Kriterien einer hierarchischen Struktur folgt. Diese Methoden eignen sich der Bewertung der Berücksichtigung der Bedürfnisse und der Berücksichtigung der Priorisierung. Die gewichtete Punktbewertung wird gegenüber der Nutzwertanalyse bevorzugt, da keine streng hierarchische Gewichtung der Kriterien im Vorhinein festgelegt werden kann. Lindemann (2009) weist darauf hin, dass die Gewichtung der Kriterien bei der gewichteten Punktevergabe auf einem paarweisen Vergleich basieren kann. Diese Kombination von Methoden wird aufgrund der bereits erläuterten Gründe bei der Wahl des paarweisen Vergleichs als sinnvoll angesehen. Nachfolgende Tabelle 17 gibt eine Übersicht zu den Methoden zur Bewertung der Ausprägung von Kriterien aus der Produktentwicklung. Grau hinterlegte Methoden finden keine Anwendung in der hier entwickelten Gesamtmethode.

Tabelle 17 Methoden zur Bewertung der Ausprägung der Bewertungskriterien in der Produktentwicklung nach (Lindemann, 2009)

Methoden	Vor- und Nachteile
Punktbewertung	+ Geringe Komplexität - Keine Berücksichtigung der Priorisierung
Gewichtete Punktebewertung	+ Geringe Komplexität + Berücksichtigung der Priorisierung
Nutzwertanalyse	+ Geringere Komplexität + Berücksichtigung der Priorisierung - Zuvor festzulegende, hierarchische Gewichtung

Der Quantifizierung folgt die Bewertung der Klima- und Kulturanpassung. Unterschiedliche Methoden können hierbei Anwendung finden. Neben einer Bewertung anhand einer Anforderungsliste eignet sich ein Performance-Ansatz sowie ein Vergleich oder die Kombination aus den unterschiedlichen Methoden.

Eine Bewertung anhand einer Anforderungsliste setzt voraus, dass die Anforderungen bekannt sind. Im Kontext der Klima- und Kulturanpassung müsste somit ein Minimalwert als Anforderung formuliert werden. Dies erweist sich als komplex, da die Klima- und Kulturanpassung regional variiert und somit für jeden Standort ein Grenzwert formuliert werden müsste. Zudem lässt eine Bewertung dieser Art anhand eines

Merkmals (Minimalwert) mit binärer Ausprägung (Anforderung erfüllt/ nicht erfüllt) wenig Differenzierung zu. Der Performanz-Ansatz ermöglicht eine deutlich höhere Differenzierung. Mithilfe von Erfüllungsgraden wird hierbei die Klima- und Kulturanpassung bewertet. Die Klima- und Kulturanpassung wird nicht zu einer Größe zusammengefasst, um somit eine unabhängige Bewertung zu ermöglichen. Dies kommt der Anforderung aus Kapitel 4.1 nach, dass die Klima- und Kulturanpassung sich nicht gegenseitig aufwiegen können. Der Performanz-Ansatz ermöglicht eine Einschätzung, nicht jedoch eine exakte Bewertung. Dazu müssten die unterschiedlichen Erfüllungsgrade klassifiziert werden (z. B. 80% entspricht der Klasse „gut“). Eine Klassifizierung kann dabei auf unterschiedlichen Methoden basieren. Häufig wird sich am Bestand orientiert und eine Klassifizierung anhand von Perzentilen durchgeführt. Dazu ist jedoch eine ausreichende Datengrundlage bzgl. des Bestandes notwendig. Eine weitere Methode besteht in der Bewertung mittels eines Vergleichs. Nach Lindemann (2009) wird die Qualität eines Vergleichs durch die Wahl der Merkmale, das Verständnis für die zu vergleichenden Objekte sowie die Qualität der Informationen bestimmt. Die zu vergleichenden Merkmale wären in diesem Kontext die Klima- bzw. Kulturanpassung. Da Gebäude sich i. d. R. jedoch stark unterscheiden und meist unterschiedliche Randbedingungen aufweisen, eignet sich ein Vergleich lediglich zur Bewertung unterschiedlicher Varianten desselben Gebäudes.

Aufgrund der nicht vorhandenen Datenbasis zur Klima- und Kulturanpassung im Bestand wird für die Bewertung der Methode der Performanz-Ansatz gewählt, welcher bereits eine Einschätzung zulässt. Eine Erweiterung durch eine Klassifizierung anhand von Perzentilen wird als sinnvoll angesehen. Dazu ist jedoch eine Ermittlung der Klima- und Kulturanpassung des Bestands notwendig sowie eine statistische Auswertung dieser Daten. Ein ähnliches Vorgehen wurde in der Vergangenheit bei der Klassifizierung des Energieverbrauchs durchgeführt. Ein Vergleich eignet sich wie bereits erwähnt lediglich zur Bewertung unterschiedlicher Varianten desselben Gebäudes. Eine Bewertung anhand einer Anforderungsliste wird aus den oben genannten Gründen als nicht sinnvoll angesehen.

Die Bewertung der Nachhaltigkeit basiert auf der Quantifizierung der sozialen, ökologischen und ökonomischen Aspekte. Dazu haben sich bereits unterschiedliche Methoden etabliert. Welche Methoden sich im Kontext dieser Arbeit jeweils eignen wird im nachfolgenden diskutiert.

Soziale Komponente der Nachhaltigkeit

Die soziale Komponente der Nachhaltigkeit behandelt im Bauwesen üblicherweise die Behaglichkeit. Diese kann untergliedert werden in die thermische, lufthygienische, akustische und visuelle Behaglichkeit. Zur Quantifizierung der Behaglichkeiten gibt es unterschiedliche Methoden.

Die thermische Behaglichkeit ist das Kontrollelement des Sozialen mit der höchsten Relevanz, da diese maßgeblich durch eine Klimaanpassung beeinflusst wird und zudem meist der größte Anteil des Energiebedarfs in Gebäuden durch die Temperierung (Beheizung/Kühlung) verursacht wird (U.S. Energy Information Administration; Umweltbundesamt, 2020). Für die Quantifizierung und Bewertung der thermischen Behaglichkeit gibt es eine Vielzahl an unterschiedlichen Modellen. Diese basieren i. d. R. auf einer der zwei nachfolgend beschriebenen Methoden. Häufig werden Größen, welche die thermische Behaglichkeit mittels Simulationen oder händischer Berechnungsverfahren beschreiben bestimmt und mit Grenzwerten aus Normen und Standards unter Berücksichtigung von beeinflussenden Größen verglichen. Die

Bewertung erfolgt somit auf Basis eines Merkmals mit binärer Ausprägung, einer nominalen Skala (innerhalb Komfortbereich/ außerhalb Komfortbereich). Größen wie die operative Temperatur beschreiben dabei die allgemeine thermische Behaglichkeit, die Fußbodentemperatur oder der vertikale Temperaturgradient die lokale thermische Behaglichkeit. Für eine grundsätzliche Beurteilung der thermischen Behaglichkeit werden häufig die operative Temperatur sowie die Übertemperaturgradstunden ermittelt. Eine detailliertere Betrachtung erfordert zudem die Untersuchung der beschreibenden Größen der lokalen thermischen Behaglichkeit. Eine weitere Möglichkeit ist die Ermittlung von Komfortindices, welche eine Bewertung mittels Kategorisierung in definierte Komfortbereiche vornehmen. Die Bewertungen basieren oftmals auf mehrstufigen Skalen und ermöglichen somit eine höhere Differenzierung. Der aktuelle Stand der Forschung weist über 150 verschiedene Komfortindices auf, deren Anwendbarkeit von unterschiedlichen Randbedingungen abhängt (Carlucci, 2013; De Freitas & Grigorieva, 2015, 2017). Häufig verwendet wird das Modell nach Fanger (1970), welches eine einfache und schnelle Abschätzung der thermischen Behaglichkeit bietet. Zahlreiche Weiterentwicklungen geben z. B. Anpassungsfaktoren an, welche je nach Randbedingungen zu genaueren Ergebnissen führen. Beispielsweise veröffentlichten Fanger und Toftum (2002) selbst einen Anpassungsfaktor für natürlich belüftete Gebäude, da sich das klassische Modell vorrangig für mechanisch belüftete Gebäude eignet. Das Grundmodell ist bereits in unterschiedlichen Simulationsprogrammen implementiert, was eine Ermittlung vereinfacht. Da die thermische Behaglichkeit nicht im Fokus dieser Arbeit steht, sondern als Kontrollelement dient, wird eine Abschätzung der thermischen Behaglichkeit als ausreichend angesehen. Eine detaillierte Betrachtung unter anderem durch Berücksichtigung der lokalen thermischen Behaglichkeit kann ggfs. ergänzend durchgeführt werden. Als geeignete Methoden zur Quantifizierung und Bewertung der thermischen Behaglichkeit sind im Kontext dieser Arbeit die Betrachtung der operativen Temperatur und der Übertemperaturgradstunden zu nennen sowie die Verwendung des Modells nach Fanger (1970) ggfs. mit Erweiterungen. Die Bewertung der operativen Temperatur sowie der Übertemperaturgradstunden ist dabei anhand von Standards und Richtlinien des jeweiligen Standortes unter Berücksichtigung der kulturellen Anforderungen durchzuführen. Die Ermittlung des kulturell bedingten Komfortbereichs bildet somit eine Kategorie der Checkliste der Bedürfnisse und ist im Zuge der Datenerhebung zu berücksichtigen. Des Weiteren sind die Randbedingungen dahingehend zu prüfen, ob eine Erweiterung des Modells nach Fanger (1970) zu verwenden ist.

Die lufthygienische Behaglichkeit hängt indirekt mit der Klimaanpassung zusammen, da der Energiebedarf für die Temperierung des Innenraumes, die thermische und die lufthygienische Behaglichkeit sich gegenseitig beeinflussen. Eine Betrachtung des lufthygienischen Komforts ist somit in dieser Arbeit ebenfalls von Relevanz. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Luftqualität in Innenräumen zu bewerten. Fanger (1988) definiert beispielsweise die Einheiten olf und decipol , um die wahrgenommene Innenraumluftqualität zu bewerten. Nachteil dieser Methode ist, dass stationäre Randbedingungen angenommen werden. Neben flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) und Formaldehyd ist der Kohlendioxidgehalt der meistverwendete Indikator zur Bewertung der Luftqualität. Analog zur thermischen Behaglichkeit werden die ermittelten Werte üblicherweise mit Grenzwerten aus Normen und Standards verglichen oder unterschiedlichen Kategorien zugeordnet. Ein häufig verwendeter Grenzwert ist der Pettenkoferwert von 1.000 ppm, welcher bereits 1958 veröffentlicht wurde (Pettenkofer, 1858). Es gibt verschiedene Möglichkeiten, CO_2 -Konzent-

rationen darzustellen, um die Raumluftqualität zu bewerten. Oftmals werden Durchschnittswerte unter Angabe von Extremwerten visualisiert. Eine Darstellung der CO₂-Konzentrationen mittels Boxplots ist ebenfalls üblich. Aussagen über die zeitliche Verteilung der CO₂-Konzentrationen ist bei diesen Methoden jedoch nur bedingt möglich. Häufig wird auch die Summe der Stunden über einem bestimmten Schwellenwert oder die prozentuale Verteilung der Zeit auf die verschiedenen Kategorien von CO₂-Konzentrationen angegeben. Dies ermöglicht neben einem schnellen Überblick eine Aussage über die zeitliche Verteilung der Konzentrationen. Einige Simulationsprogramme berechnen die CO₂-Konzentrationen in Abhängigkeit der Luftwechselrate und Anzahl der Bewohner. Ergebnisse können als unterschiedliche Diagramme wie beispielsweise als Teppichplot dargestellt werden und geben einen allgemeinen Überblick. U. a. geben diese als Bewertungsgröße das Produkt aus dem Jahresmittelwert der CO₂-Konzentration und der Anzahl der simulierten Stunden aus. Dieser Wert liefert lediglich eine grobe Einschätzung, eine genauere Bewertung bedarf weiterer Informationen. Zudem wird der Belegungsgrad nicht berücksichtigt. Im Allgemeinen berücksichtigen viele Bewertungsmethoden den Belegungsgrad nicht. Eine weitere Möglichkeit, die CO₂-Konzentrationen auszuwerten, ist die Methode nach Mayer et al. (2021), welche neben der Überschreitungsdauer auch die Überschreitungshöhe berücksichtigt. Analog zu den Übertemperaturgradstunden wird die Summe aus den Produkten der Überschreitungshöhen und Überschreitungsdauern gebildet. Daraus ergibt sich ein Wert mit der Einheit ppmh. (Mayer et al., 2021) Diese Methode liefert eine sehr genaue Analyse der CO₂-Konzentrationen, welche auch die zeitliche Dimension berücksichtigt. Allerdings ist derzeit eine direkte Bewertung nicht möglich, da vergleichende Werte noch nicht existieren.

Wie bereits mehrfach erwähnt, werden im Rahmen dieser Arbeit dynamische Methoden stationären vorgezogen, da sie meist zu genaueren Ergebnissen führen. Aus diesem Grund wird die Methode nach Fanger (1988) für die Bewertung der lufthygienischen Behaglichkeit im Kontext dieser Arbeit als ungeeignet angesehen. Die Auswertung durch Berechnung von Durchschnittswerten mit Angabe von Extremwerten liefern aufgrund des Verschmierens der Werte zwischen den Extremwerten ungenaue Ergebnisse. Auch die Berechnung des Produkts aus dem Jahresmittel und der Anzahl an simulierten Stunden wird als zu ungenau erachtet. Die Methode nach Mayer, Göttig und Menges (2021) wie auch die Auswertung mittels Box-Plots und Teppichplots wird aufgrund der komplexen Interpretation und Bewertung bzw. aufgrund des Fehlens von Vergleichswerten als ungeeignet gesehen. Die prozentuale zeitliche Verteilung der CO₂-Konzentrationen nach den unterschiedlichen Kategorien liefert einen schnellen Überblick und ermöglicht eine einfache Interpretation. Um dennoch den Extremwert der obersten Kategorie zu kennen, sollte dieser zusätzlich angegeben werden. Nachfolgende Tabelle 18 gibt einen Überblick zu den Vor- und Nachteilen der jeweiligen Methoden. Die grau hinterlegten Methoden finden keine Anwendung in der Gesamtmethode.

Tabelle 18 Vergleich der unterschiedlichen Methoden zur Quantifizierung und Bewertung der lufthygienischen Behaglichkeit

Indikator	Methode	Vor- und Nachteile
Olf und decipol	Ein olf ist die Emissionsrate von Luftschadstoffen, verursacht von einer Standardperson, ein olf bei einer Belüftung von 10 l/s unverschmutzter Luft ist ein decipol, in Abhängigkeit von empfundener Luftverschmutzung in decipol lässt sich der Prozentsatz der Unzufriedenen ermitteln	+ Schnelle, einfache Methode - Stationäre Randbedingungen
CO ₂ -Konzentrationen	Auswertung durch Berechnung von Durchschnittswerten mit Angabe von Extremwerten	+ Schneller Überblick - Zeitliche Dimension nicht direkt ablesbar - Verschmieren der Werte zwischen den Extremwerten - Starke Vereinfachung
	Auswertung über Diagramme wie Boxplots, Teppichplots, etc.	+ Schneller Überblick - Zeitliche Dimension nicht direkt ablesbar - Interpretation und Bewertung komplex
	Summe der Stunden über bestimmten Schwellenwert/ prozentuale Verteilung der Zeit auf verschiedene Kategorien	+ Schneller Überblick + Berücksichtigung der zeitlichen Dimensionen - Extremwerte der obersten Kategorie sind nicht mehr zu erkennen
	Produkt aus Jahresmittel der CO ₂ -Konzentrationen und Anzahl an simulierten Stunden	+ Grober erster Überblick - Werte werden zu einer Größe verschmiert - Nutzungszeit nicht berücksichtigt
	Methode nach Mayer, Göttig und Menge (2021): Summe aus den Produkten der Überschreitungshöhen und Überschreitungsdauern	+ Sehr genaue Analyse + Zeitliche Dimension berücksichtigt - Keine direkte Bewertung

Die visuelle Behaglichkeit wird ebenfalls vom Klima beeinflusst. Eine ausreichende Versorgung mit Tageslicht und eine Blendfreiheit hängen von der Sonnenscheindauer und dem Sonnenstand ab. Hier ist insbesondere auf die Projektart zu achten, da beispielsweise in einem Bürogebäude die visuelle Behaglichkeit einen anderen Stellenwert einnimmt als in Wohngebäuden. Um die visuelle Behaglichkeit zu quantifizieren und zu bewerten, werden Indikatoren für die natürliche und künstliche Beleuchtung formuliert. Da jedoch die künstliche Beleuchtung unabhängig von der Klimaanpassung des Gebäudes ist, wird eine behagliche künstliche Beleuchtung vorausgesetzt. Somit sind Methoden für die Quantifizierung und Bewertung der natürlichen Beleuchtung zu untersuchen. Eine Methode besteht analog zur Bewertung der lufthygienischen und thermischen Behaglichkeit darin, unterschiedliche Kriterien für die visuelle Behaglichkeit zu berechnen und mit Grenzwerten aus Normen und Standards zu vergleichen. Kriterien für die visuelle Behaglichkeit sind hinreichend große Fensterflächen (Sichtverbindung nach außen), eine ausreichende

Helligkeit, die Blendfreiheit sowie in Wohngebäuden eine minimale Besonnungsdauer. Die Überprüfung einer ausreichenden Sichtverbindung erfolgt in Deutschland durch den Abgleich der Fenstergröße und -position mit den Mindestangaben nach DIN 5034-1:2021-08. In anderen Ländern sollten die entsprechenden Normangaben berücksichtigt werden. Die Helligkeit wird durch den Tageslichtquotienten bestimmt. Eine weitere Methode die visuelle Behaglichkeit zu bewerten, ist die Simulation der Lichtverhältnisse. Dies wird insbesondere für Innenräume mit überdurchschnittlich hohen Anforderungen an die visuelle Behaglichkeit empfohlen. Beide Methoden eignen sich zur Beurteilung der visuellen Behaglichkeit. Die Wahl der Methode sollte sich nach den Randbedingungen richten.

Die akustische Behaglichkeit wird selten von den natürlichen Klimaeinflüssen tangiert, sondern vorrangig von anthropogenen stadtklimatischen Einflüssen (z. B. Verkehrslärm). In dieser Arbeit wird jedoch nicht die Anpassung von Gebäuden an anthropogene Stadtklimaeinflüsse untersucht, sodass ein ausreichender Schallschutz als gegeben vorausgesetzt wird. Die Berücksichtigung anthropogener Stadtklimaeinflüsse kann für eine erweiterte Methode von Interesse sein. In Kapitel 9.2 dem Ausblick wird darauf nochmals eingegangen.

Ökologische Säule der Nachhaltigkeit

Die ökologische Komponente der Nachhaltigkeit wird im Bauwesen üblicherweise mittels der Methode der Ökobilanz quantifiziert und anschließend anhand eines Vergleichs bewertet. Die Ökobilanz stellt die Input- und Outputflüsse sowie die potenziellen Umweltwirkungen des Gebäudes im Verlauf seines Lebenszyklus zusammen und beurteilt diese. Dazu werden das Ziel und der Untersuchungsrahmen festgelegt, eine Sachbilanz sowie Wirkungsabschätzung und anschließende Auswertung durchgeführt. Indikatoren für die Sachbilanz sind dabei der erneuerbare Primärenergiebedarf, der nicht erneuerbare Primärenergiebedarf, die Wassernutzung, die Naturrauminanspruchnahme sowie die Abfälle. Um die vielfältigen Flüsse der Sachbilanz wirkungsorientiert zusammenzufassen und eine Auswertung zu vereinfachen, wird eine Wirkungsabschätzung durchgeführt. In Deutschland werden üblicherweise das Treibhauspotenzial (Global Warming Potenzial, GWP), das Ozonabbaupotenzial (Ozone Depletion Potential, ODP), das Versauerungspotenzial (Acidification Potential, AP), das Eutrophierungspotenzial (Eutrication Potential, EP) sowie das Sommersmogpotenzial (Photochemical Ozone Creation Potential, POCP) ausgewertet. Um die ökologische Säule der Nachhaltigkeit einschätzen zu können, werden oftmals lediglich der erneuerbare sowie nicht erneuerbare Primärenergiebedarf bestimmt und das Treibhauspotenzial als Kohlendioxid-Äquivalent (CO₂-Äq.) ausgewertet. (König, 2009)

Eine weitere Methode, um die ökologische Säule der Nachhaltigkeit zu beurteilen, ist die Ermittlung des Materialverbrauchs. Neben der Materialmenge ist zudem auf die Endlichkeit sowie Recyclingfähigkeit der Ressourcen zu achten. Zu überprüfen ist, ob die verwendeten Baumaterialien nachwachsend und/oder recycelbar sind. Verschiedene Datenbanken geben dazu Auskünfte zu unterschiedlichen Baustoffen. Ein Aspekt, welche künftig ebenfalls betrachtet werden sollte, ist die Reparierbarkeit der Baustoffe. Dazu gibt es jedoch zum jetzigen Stand des Wissens kaum belastbare Daten. Ein Vermerk dazu erfolgt im Ausblick in Kapitel 9.2.

Da der Fokus dieser Arbeit auf der Klima- und Kulturanpassung liegt und die ökologische Komponente der Nachhaltigkeit als Kontrollelement dient, wird eine Ermittlung des erneuerbaren sowie nicht erneuerbaren

Primärenergiebedarfs, des Treibhauspotenzials sowie des Materialverbrauches als ausreichend angesehen. Die Ermittlung des Energiebedarfs bezieht sich neben dem Primärenergiebedarf im Betrieb auf den grauen Energiebedarf. Der Primärenergiebedarf enthält neben der Endenergie, die Energiemenge, die durch die Gewinnung, Umwandlung und den Transport des eingesetzten Energieträgers verursacht wird (Deutscher Bundestag, 2017). Für die graue Energie gibt es unterschiedliche Definitionen in der Literatur. Laut dem Schweizer Ingenieur- und Architektenverein (SIA) (2013) ist die graue Energie, die nicht erneuerbare Primärenergie, die für alle vorgelagerten Prozesse erforderlich ist, wie den Rohstoffabbau, den Herstellungs- und Verarbeitungsprozess, die Entsorgung und die dafür notwendigen Transporte und Hilfsmittel. Chastas et al. (2017) definieren die graue Energie, als Energie, die für die Herstellung von Materialien, den Transport und die Entsorgung benötigt wird, und grenzen somit die erneuerbare Energiemenge nicht aus. In dieser Arbeit wird sich auf die Definition nach Chastas et al. (2017) bezogen. Für eine genauere Betrachtung sollten alle weiteren Indikatoren für die Sachbilanz und Wirkungsabschätzung bestimmt werden.

Ökonomische Säule der Nachhaltigkeit

Ökonomische Aspekte der Nachhaltigkeit werden in der Regel mittels einer Lebenszykluskostenanalyse (LZKA) quantifiziert und bewertet. Die Methode ermöglicht es, die ökonomische Vorteilhaftigkeit von Investitionen in der Baubranche zu bewerten. Neben der Bewertung der Zahlungsflüsse über den Lebenszyklus sowie der finanziellen Risiken, werden dazu die Stabilität und Entwicklung des ökonomischen Werts analysiert. Um die Kosten zu ermitteln, wird zwischen der Lebenszykluskostenanalyse im engeren und im weiteren Sinne unterschieden. Die Berechnung im engeren Sinne erfasst ausschließlich Kosten, die im weiteren Sinne berücksichtigt, zusätzlich zu den Kosten den monetären Nutzen. Eine Berechnung im weiteren Sinne kann einer lebenszyklusbezogenen Wirtschaftlichkeitsberechnung entsprechen. (König, 2009) Üblicherweise wird bei der Lebenszykluskostenanalyse der Zeitwert künftiger Zahlungen durch eine Diskontierung auf den Betrachtungszeitpunkt berücksichtigt. Die Berechnung im engeren Sinn ermittelt dazu den Kapitalwert als Barwert der Auszahlungen, ohne die Einzahlungen zu berücksichtigen. Von hoher Relevanz ist dabei die Wahl eines sinnvollen Kalkulations- bzw. Diskontierungszinssatzes, da dieser erheblichen Einfluss auf den Gegenwartswert einer Zahlung hat. Die Wahl eines Zinssatzes von 0% entspricht einer statischen Berechnung. (König, 2009)

Die Wirtschaftlichkeitsrechnung kann in statische und dynamische Verfahren unterschieden werden. Vorteil statischer Verfahren ist die vergleichsweise einfache Umsetzung. Von Nachteil ist, dass statische Verfahren häufig zu Fehlbewertungen führen, da der exakte Zeitpunkt, der Ein- und Auszahlungen nicht berücksichtigt wird. Somit werden hohen Investitionskosten zu einzelnen Zeitpunkten vergleichsweise geringe Einnahmen an vielen Zeitpunkten gegenübergestellt. Ein statisches Verfahren wird oftmals gewählt, um Kosten von Investitionen zu vergleichen. Der Vorteil dynamischer Methoden ist die Möglichkeit einer relativen wie auch einer absoluten Bewertung von Investitionen. Eine absolute Bewertung zeigt auf, ob eine Investition rentabel ist, eine relative Bewertung identifiziert die beste Option unterschiedlicher Möglichkeiten. Dynamische Verfahren basieren auf der Methode der Zins- und Zinseszinsrechnung. Typische Verfahren sind die Kapitalwert- sowie die Annuitätenmethode. (König, 2009)

Welche der Methoden im Rahmen der Arbeit verwendet werden soll, hängt von der Fragestellung ab. Sollen beispielsweise Varianten mit unterschiedlichen Grad an Klimaanpassung in Hinblick auf die Kosten verglichen werden, eignet sich eine Lebenszykluskostenanalyse im engeren Sinne. Eine Überprüfung der Wirtschaftlichkeit eines höheren Grads der Klimaanpassung erfordert eine Lebenszykluskostenanalyse im weiteren Sinne. Im Normalfall wird laut König (2009) eine Lebenszykluskostenanalyse im engeren Sinne durchgeführt. Im deutschen Raum können Normen wie die DIN 276 (2018) und DIN 18960 (2020) Unterstützung bieten. Im internationalen Raum sollten die vom jeweiligen Land zur Verfügung gestellten Normen berücksichtigt werden. Des Weiteren bieten unterschiedliche Softwareprodukte Unterstützung. Auch hier sollten länderspezifische Produkte und Daten Anwendung finden.

Aus dem Grundprinzip aus Kapitel 4.2 basierend auf den Anforderungen aus Kapitel 4.1 leitet sich durch die Auswahl und Begründung der Einzelmethoden in Kapitel 4.3 der ausgearbeitete Entwurf ab. Abbildung 40 zeigt den Entwurf sowie die verwendeten Methoden. Nachfolgendes Kapitel 5 stellt den Detailentwurf vor und erläutert die Methode.



Abbildung 40 Ausgearbeiteter Entwurf der neu zu entwickelnden Methode zur Quantifizierung und Bewertung des klima- und kulturangepassten Bauen unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit

5 Bewertungsmethode zum klima- und kulturangepassten Bauen

Im Kapitel 4 dieser Arbeit wurden die integrierten Methoden, um die Anforderungen an eine Quantifizierung und Bewertung zu berücksichtigen sowie der darauf basierende ausgearbeitete Entwurf der Bewertungsmethode erarbeitet. Kapitel 5 fügt nun die Einzelmethoden zu einer ganzheitlichen Bewertungsmethode des klima- und kulturangepassten Bauens zusammen und stellt diese vor. In Kapitel 5.1 wird dazu eine Übersicht der Gesamtmethode gegeben. Abschnitt 5.2 erläutert die Anforderungen an das Gebäudekonzept als Input. Kapitel 5.3 beschreibt die Quantifizierung der Bewertungsgrößen. Dazu werden unter 5.3.1 und 5.3.2 die neuen Größen Klima- und Kulturperformanz vorgestellt. Das Vorgehen zur Ermittlung beider Größen und die dafür verwendeten Methoden werden hier beschrieben. Kapitel 5.3.3 thematisiert die Kontrollelemente der Nachhaltigkeit, die zu einer ganzheitlichen Bewertung klima- und kulturangepassten Bauens beitragen. Die Interpretation der Bewertungsergebnisse erläutert Kapitel 5.4.

5.1 Übersicht

Die theoretischen Grundlagen und integrierten Methoden wurden in Kapitel 4 vorgestellt. Dieser Abschnitt 5.1 gibt einen Überblick wie sich die Einzelmethoden zu einer neuen Bewertungsmethode zusammensetzen. Die gesamte Bewertungsmethode besteht, wie in Abbildung 41 ersichtlich, aus dem Input der Methode zur Quantifizierung der Bewertungsindikatoren und der Methode zur Bewertung.

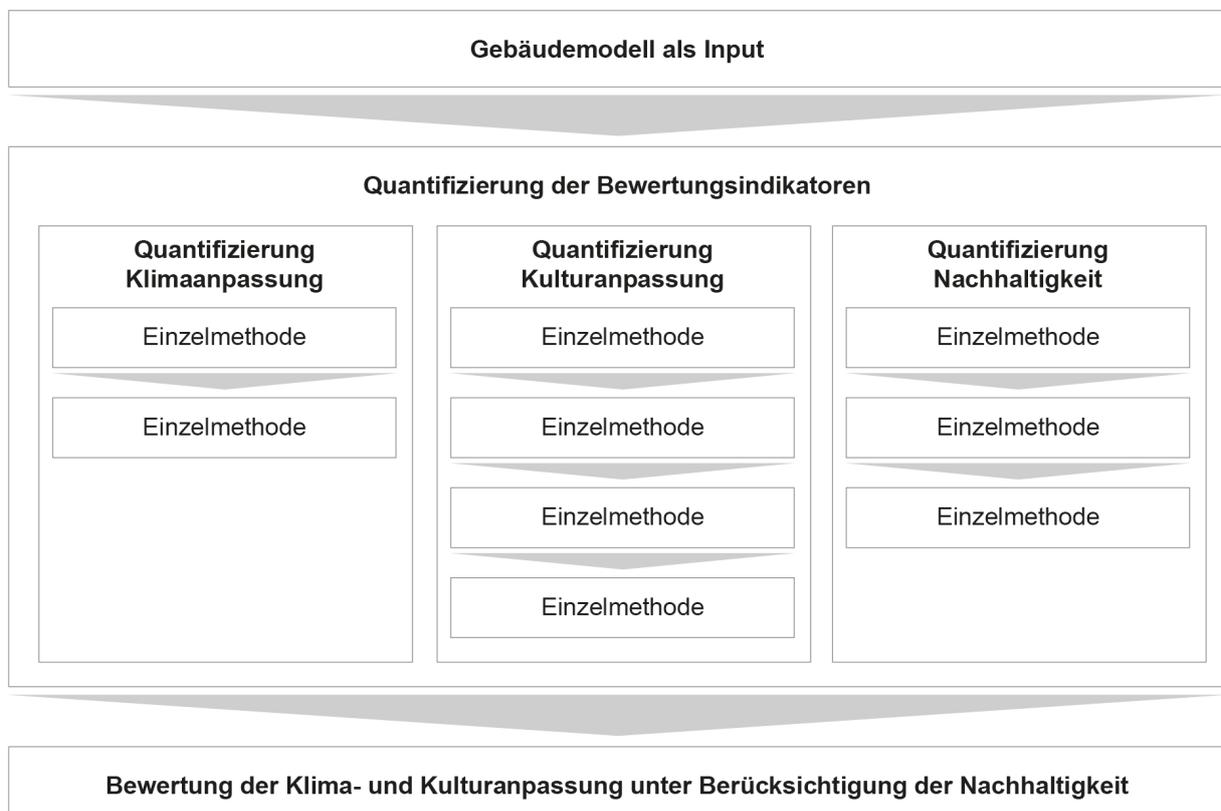


Abbildung 41 Struktur der Gesamtbewertungsmethode der Klima- und Kulturadaptation

Das zu bewertende Gebäudemodell dient als Input der Methode. Die Qualität der Ergebnisse hängt maßgeblich von der Qualität des Inputs ab. Alle Anforderungen und benötigten Angaben zum Gebäudemodell werden in nachfolgendem Kapitel 5.2 erläutert.

Für das Gebäudemodell werden im nächsten Schritt die Bewertungsindikatoren quantitativ bestimmt. Kapitel 5.3.1 und 5.3.2 definieren dazu jeweils die neuen Größen *Klima- und Kulturperformanz*. Die Methoden zur Quantifizierung der Klima- und Kulturanpassung bestehen jeweils aus einer Abfolge von Einzelmethoden und werden in Kapitel 5.3.1 sowie 5.3.2 vorgestellt. Die Kontrollelemente der Nachhaltigkeit und deren Ermittlung ebenfalls mittels einer Abfolge von Einzelmethoden beschreibt Kapitel 5.3.3. Mithilfe der Kontrollelemente wird eine ganzheitliche Bewertung der Klima- und Kulturanpassung ermöglicht. Wie bereits in Kapitel 4.1 erläutert, wird den Kontrollelementen der Nachhaltigkeit dabei die gleiche Relevanz wie der Klima- und Kulturanpassung zugesprochen. Somit wird sichergestellt, dass die Klima- und Kulturanpassung des Gebäudes nicht zu einer verminderten Behaglichkeit, einem erhöhten Energiebedarf oder zu unverhältnismäßig höheren monetären Kosten führen. Beispielsweise wird berücksichtigt, ob bauliche Maßnahmen zur Reduktion des Energiebedarfs im Betrieb wie z. B. 70 cm dicke Lehmwände nicht zu einem unverhältnismäßig hohen Einsatz von grauer Energie führen. Die Methoden zur Quantifizierung der Klima- und Kulturperformanz und zur Ermittlung der Kontrollelemente der Nachhaltigkeit bilden gemeinsam die Methode zur Quantifizierung der Bewertungsindikatoren.

Abschließend erfolgt die Bewertung der Klima- und Kulturanpassung anhand des Performanz-Ansatzes sowie perspektivisch anhand von Vergleichswerten aus statistischen Erhebungen. Kapitel 5.4 beschreibt das zugehörige Vorgehen.

5.2 Gebäudemodell als Input

Das Gebäudemodell dient als Input für die Bewertungsmethode. Diese kann an geplanten oder bereits gebauten Gebäuden angewendet werden. Geplante Gebäude sollten sich im Stadium der Ausführungsplanung befinden, da für die Quantifizierung der Bewertungsindikatoren der Innenausbau sowohl hinsichtlich der Klima- als auch der Kulturanpassung von Relevanz ist. Z. B. dient eine Wandverkleidung aus Holz, wie sie in alpinen Regionen häufig vorzufinden ist, der Behaglichkeit, da ein thermischer Diskomfort durch Abstrahlung der Außenwände reduziert wird. Die Gestaltung von Fußbodenbelägen und Wandanstrichen kann beispielsweise als Teil der Baukultur in die Bewertung mit einfließen.

Die Pläne der Ausführungsplanung bilden somit die Grundlage für die Bewertung der Klima- und Kulturanpassung.

Um das Gebäude hinsichtlich der Klimaanpassung bewerten zu können, wird eine Überführung der Ausführungspläne in ein thermisch-energetisches Simulationsmodell des geplanten oder bereits gebauten Gebäudes benötigt. Die Qualität der Ergebnisse hängt stark vom Detaillierungsgrad und der Realitätsnähe des Modells ab. Oftmals weichen simulierte Ergebnisse von realen ab, da das zu erwartende Nutzerverhalten nicht dem tatsächlichen entspricht. Somit ist insbesondere auf eine möglichst realitätsnahe Simulation des Nutzerverhaltens zu achten. Weiterhin wird die Qualität der Ergebnisse maßgeblich von den Wetterdaten beeinflusst. Diese sollten von einer Wetterstation stammen, welche so nah wie möglich (idealerweise direkt) am Gebäudestandort liegt. Beispielsweise beeinflusst das Vorhandensein eines Waldes

in unmittelbarer Nähe des Gebäudes das Klima am Standort maßgeblich. Einflüsse wie dieser sollten durch eine ausreichende Nähe der Wetterstation erfasst sein. Des Weiteren sind die Bauteilaufbauten und Materialkennwerte zu ermitteln und in der Simulation abzubilden. Auch hier sollte darauf geachtet werden, dass die in der Simulation hinterlegten Daten möglichst der Realität entsprechen. Ist ein ortsspezifisches Material nicht in den Datenbanken vorhanden, sollte dieses mit den entsprechenden Werten angelegt oder durch ein Material mit möglichst ähnlichen bauphysikalischen Eigenschaften abgebildet werden.

Für die Kontrollgrößen der Nachhaltigkeit sind ebenfalls die Daten der Ausführungsplanung von Relevanz. Für die Quantifizierung und Bewertung der sozialen Säule der Nachhaltigkeit wird analog zur Bewertung der Klimaanpassung ein möglichst realitätsgetreues thermisch-energetisches Gebäudemodell benötigt. Um ökologische Kontrollgrößen bestimmen zu können, sind Informationen über die Menge und Herkunft der Baumaterialien notwendig. Hierauf wird in Kapitel 5.3.3 näher eingegangen. Für die ökonomische Kontrollgröße werden Daten zu den verursachten Kosten während der Herstellungs-, Nutzungs- und Rückbauphase benötigt.

Bei bereits umgesetzten Bauprojekten können alternativ oder zusätzlich Daten wie Energieverbrauchs- werte oder Messwerte des Raumklimas erhoben werden. Diese dienen ggfs. als Evaluierungsdaten für das Simulationsmodell und verbessern die Qualität der Bewertung.

5.3 Quantifizierung der Bewertungsindikatoren

Nachfolgend wird auf die Methoden zur Quantifizierung der Bewertungsindikatoren *Klima- und Kulturperformanz* und der Kontrollgrößen der Nachhaltigkeit eingegangen. Kapitel 5.3.1 und 5.3.2 erläutern die Einzelmethoden, aus welchen sich die Methoden zur Quantifizierung der *Klima- bzw. Kulturperformanz* zusammensetzen. Des Weiteren werden die Begriffe *Klima- und Kulturperformanz* definiert. Kapitel 5.3.3 beschäftigt sich mit den Kontrollgrößen der Nachhaltigkeit.

5.3.1 Quantifizierung der Klimaperformanz

Um die Klimaanpassung von Gebäuden quantifizierbar und bewertbar zu machen, wird im Rahmen dieser Arbeit der Begriff *Klimaperformanz* eingeführt. Die *Klimaperformanz (KLP)* gibt die prozentuale jährliche Zeitdauer an, in der das Gebäude ohne Heizung, Lüftung und Klimaanlage ein angenehmes Innenraumklima ermöglicht. Zusätzlich wird mithilfe der Methode der Über- bzw. Untertemperaturgradstunden berücksichtigt, wie stark das Innenraumklima vom Erwünschten abweicht.

Die Klimaperformanz ermittelt sich, wie in nachfolgender Abbildung 42 zu sehen, in einem zweistufigen Verfahren. Im ersten Schritt wird mittels thermisch-energetischer Simulation oder bauphysikalischer Messungen die operative Innenraumtemperatur $\theta_{i,op}(t)$ ermittelt. Diese hängt von den *Designparametern und Designvariablen* ab. Die Außenlufttemperatur $\theta_a(t)$ als *Designparameter* ergibt sich aus dem Standort und ist nicht veränderbar. Gebäudecharakteristische Größen wie beispielsweise die Wärmeleitfähigkeit λ der Baustoffe oder der Fensterflächenanteil N_f als *Designvariablen* hingegen sind vom Planer veränderbar. Die *Designparameter und -variablen* sind die *beeinflussenden Größen* der Klimaperformanz. In einem

zweiten Schritt wird die Klimaperformanz mittels eines in Matlab (Version MathWorks R2020a) implementierten, neu entwickelten Berechnungsalgorithmus aus der operativen Raumtemperatur $\theta_{i,op}(t)$ berechnet. Die operative Raumtemperatur $\theta_{i,op}(t)$ ist somit die *beschreibende Größe* der Klimaperformanz.

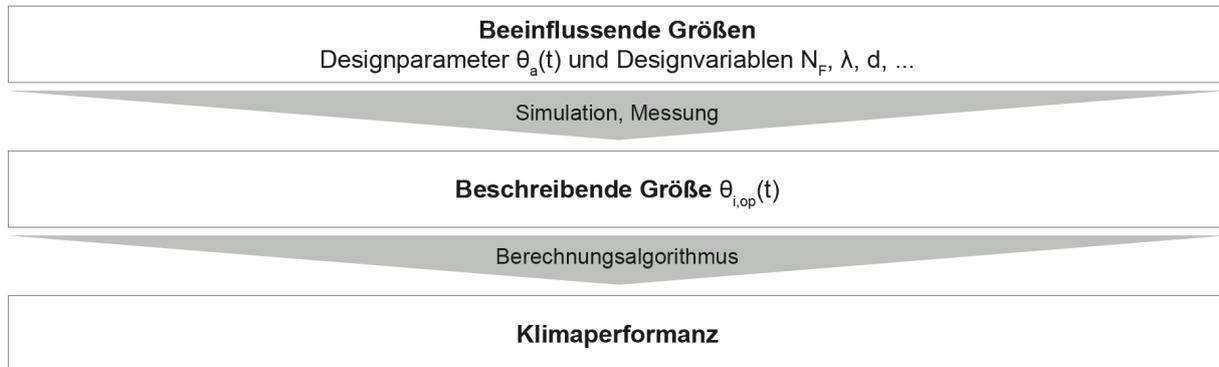


Abbildung 42 Schematischer Ablauf zur Ermittlung der Klimaperformanz

Im ersten Schritt ist für die Simulation, wie bereits unter 5.2 erläutert, darauf zu achten, dass die Daten des Außenklimas (Designparameter) von einer Wetterstation stammen, welche möglichst direkt am Standort lokalisiert ist. Bauteilaufbauten und die zugehörigen Materialkennwerte sind möglichst realitätsnah abzubilden. Auch Nachbarbebauung sowie hohe Bepflanzung sollte simuliert werden, da Effekte durch Verschattung die Klimaanpassung des Gebäudes beeinflussen können. Die Auflösung der simulierten Zeiträume erfolgt in der Regel in Stunden-Schritten über ein Jahr. Somit werden Stunden-Mittelwerte der operativen Innenraumtemperatur generiert.

Im zweiten Schritt wird die prozentuale jährliche Zeitdauer mittels Innenraumklimadaten in Abhängigkeit vom Außenklima mit Hilfe des in Matlab (Version MathWorks R2020a) implementierten Berechnungsalgorithmus anhand eines zuvor festgelegten Komfortbereichs bestimmt. Dazu werden die Zeiträume innerhalb der Nutzungsdauer, in welchen die vorhandene operative Innenraumtemperatur (Ist-Werte) innerhalb der zuvor festgelegten Sollwerte der erwünschten operativen Innenraumtemperatur (Komfortbereich) liegt, aufsummiert und durch die gesamte Anzahl der Nutzungsdauer dividiert. Je größer der Wert ausfällt, desto besser ist die Klimaperformanz des Gebäudes zu bewerten, da somit die Innenraumtemperatur länger im Komfortbereich liegt.

Nachfolgende Formel (1) beschreibt die Berechnung der Klimaperformanz.

$$KLP = \frac{\sum_i^{t_n} (t_{i,op = \text{komf}, op})}{t_{n, ges}} * 100 \quad (1)$$

mit:

KLP = Klimaperformanz in %

$t_{i,op = \text{komf}, op}$ = Nutzungsdauer, in der die vorhandene operative Innenraumtemperatur innerhalb der Komfortgrenzen der operativen Innenraumtemperatur liegt

$t_{n, ges}$ = Gesamte Nutzungsdauer

Im Unterschied zu vielen Bewertungsmethoden des Innenraumklimas werden hier lediglich Zeiträume innerhalb der Nutzungsphase betrachtet. Beispielsweise wird für die Berechnung der Übertemperaturgradstunden nach DIN 4108-2:2013-02 bei einer Wohnnutzung eine Anwesenheit von 24 Stunden am Tag angenommen. Auch bei der Auswertung der operativen Innenraumtemperatur oder des CO₂-Gehalts mithilfe von Carpet- oder Box-Plots wird meist der gesamte Simulationszeitraum betrachtet und nicht nur die Nutzungsphase. Eine Über- bzw. Unterschreitung der Komfortgrenzen des Innenraumklimas außerhalb der Nutzungszeit ist für den Nutzer jedoch irrelevant. Zudem werden passive Klimatisierungsmaßnahmen nicht nachteilig bewertet, welche außerhalb der Nutzungsphase absichtlich ein unkomfortables Innenraumklima erzeugen, um innerhalb der Nutzungsphase ein angenehmes Klima zu ermöglichen, wie es beispielsweise bei der Nutzung von Speichermassen in Kombination mit Nachtlüftung der Fall sein kann. Der Komfortbereich der operativen Innenraumtemperaturen ist den Randbedingungen sowie den kulturellen Gegebenheiten anzupassen. Randbedingungen sind z. B. die Belüftungsart des Gebäudes (natürlich/mechanisch) oder das Außenklima. Hängt der gewählte Komfortbereich wie in nachfolgender Abbildung 43 zu sehen, von den Außentemperaturen ab, wird dies im Berechnungsalgorithmus berücksichtigt.

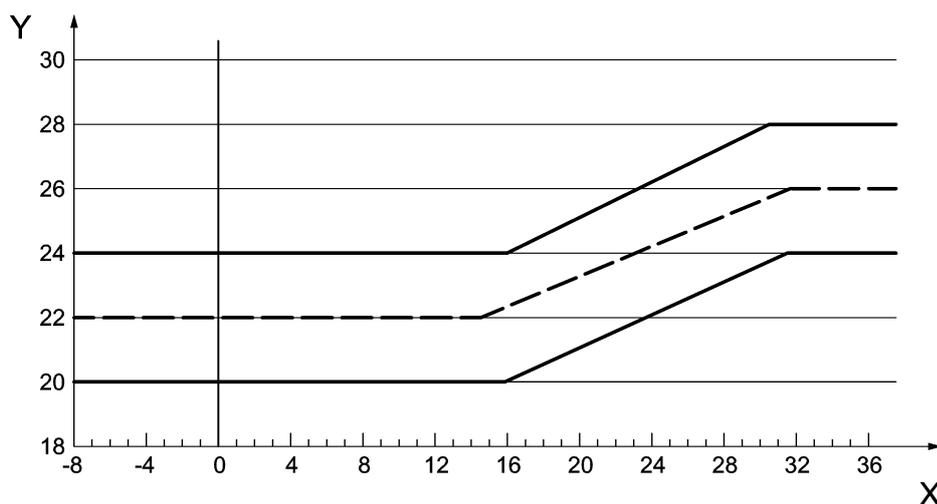


Abbildung 43 Bereich der empfohlenen operativen Raumtemperaturen mit X = aktuelle Außenlufttemperatur in °C und Y = operative Raumtemperatur in °C (DIN EN 15251:2012-12)

Auch aus kulturellen Gründen kann der Komfortbereich variieren. Beispielsweise wird eine kühlere Innenraumlufttemperatur in manchen Regionen aus Prestige Gründen bevorzugt, was jedoch in Hinblick auf die erforderlichen Energieeinsparungen aufgrund des Klimawandels kritisch zu betrachten ist. Dennoch sollte bei der Wahl des Komfortbereichs auf kulturelle Anforderungen geachtet werden.

Des Weiteren ist wie bereits einleitend erwähnt zu berücksichtigen, wie stark das vorhandene Innenraumklima vom erwünschten abweicht. Dazu wird die Methode der Übertemperaturgradstunden verwendet, welche üblicherweise als Maß für die sommerliche Überhitzung von Gebäuden verwendet werden (DIN 4108-2:2013-02). Hier wird neben der Überschreitungsdauer (Anzahl an Stunden, in denen die vorhandene operative Temperatur die Komfortgrenze für die operative Raumtemperatur überschreitet), die Höhe

der Überschreitung berücksichtigt. Übertemperaturgradstunden ergeben sich, wie nachfolgende Formel (2) und Abbildung 44 dargestellt aus der Summe der positiven Differenzen der mittleren Stundenwerte der operativen Innenraumtemperatur innerhalb der Nutzungsphase und eines vorgegebenen Grenzwertes für die operative Innenraumtemperatur während des gesamten Jahres. Auch hier können die Grenzwerte in Abhängigkeit der Außenlufttemperatur (Abbildung 43) festgelegt werden. Dies wird ebenfalls im Berechnungsalgorithmus berücksichtigt.

$$dh_{KP} = \sum_t^{|t \text{ mit } \theta_{i,op} > \theta_{komf,op}|} (\theta_{i,op} - \theta_{komf,op}) t \quad (2)$$

mit:

dh_{KP} = Übertemperaturgradstunden in Kh/a

t = Über- bzw. Unterschreitungsdauer der Sollwerte des Komfortbereichs während der Nutzungsphase

$\theta_{i,op}$ = Operative Innenraumtemperatur

$\theta_{komf,op}$ = Sollwert(e) des Komfortbereichs der operativen Innenraumtemperatur

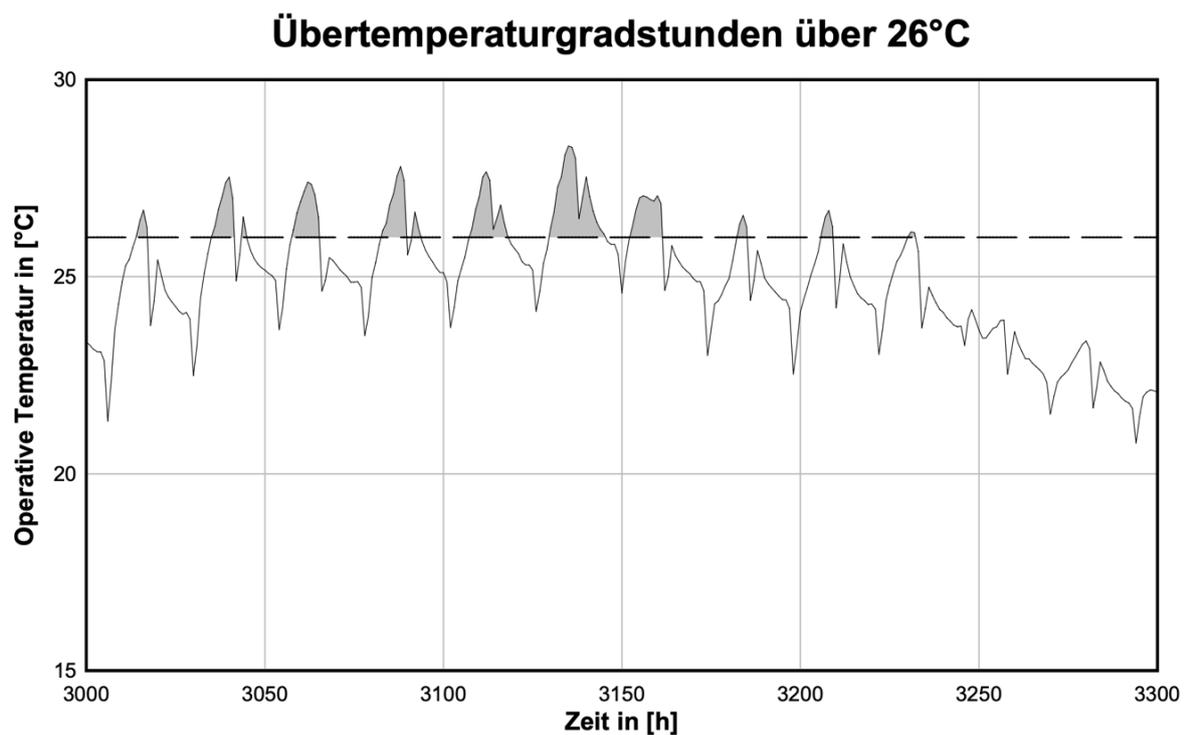


Abbildung 44 Graue Integralfläche der Übertemperaturgradstunden über 26°C im Zeitraum 3000 bis 3300 Stunden eines Jahres

Zusätzlich wird das Prinzip der Übertemperaturgradstunden, wie in Abbildung 45 dargestellt, auf Untertemperaturgradstunden übertragen. Die zugehörige Berechnung ist Formel (3) zu entnehmen.

$$dh_{KP} = \sum_i^{|t \text{ mit } \theta_{i,op} < \theta_{komf,op}|} (\theta_{komf,op} - \theta_{i,op}) t \quad (3)$$

mit:

dh_{KP} = Übertemperaturgradstunden in Kh/a

t = Über- bzw. Unterschreitungsdauer der Sollwerte des Komfortbereichs während der Nutzungsphase

$\theta_{i,op}$ = operative Innenraumtemperatur

$\theta_{komf,op}$ = Sollwert(e) des Komfortbereichs der operativen Innenraumtemperatur

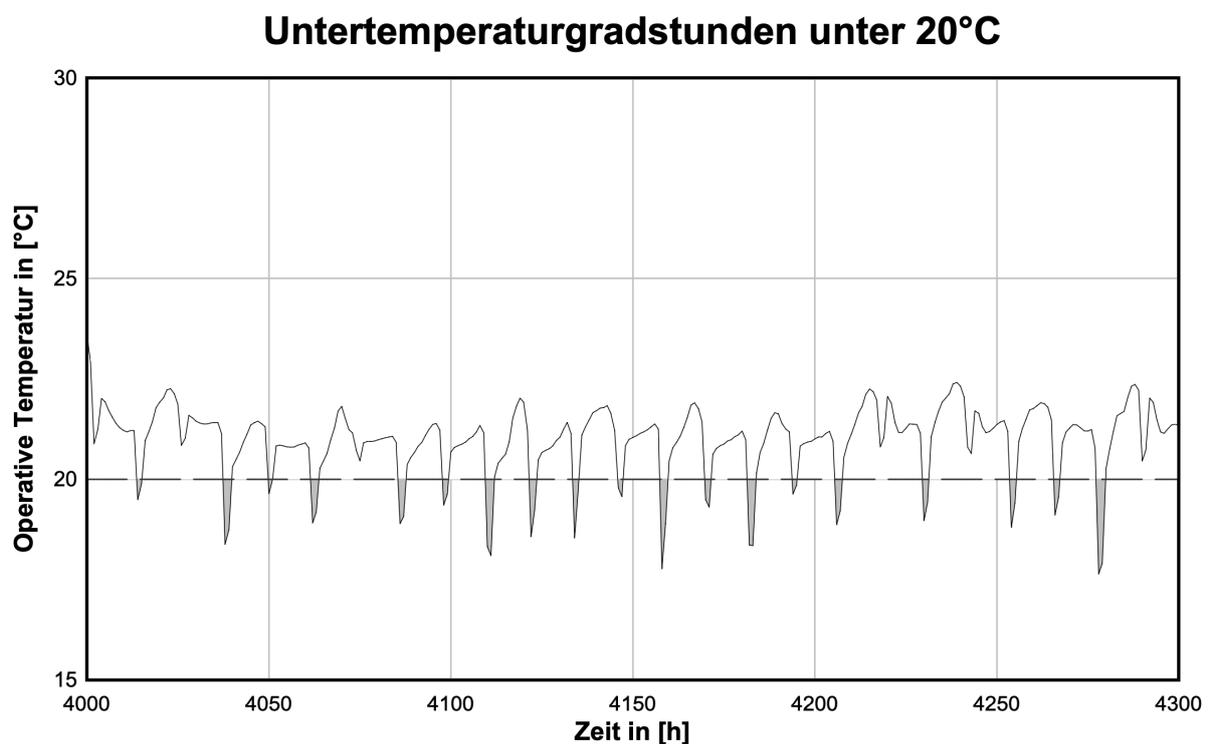


Abbildung 45 Graue Integralfäche der Untertemperaturgradstunden unter 20°C im Zeitraum 4000 bis 4300 Stunden eines Jahres

Auch eine höhere zeitliche Auflösung der Innenraumklimadaten als Stundenwerte kann im Algorithmus berücksichtigt werden. Für die Über- bzw. Untertemperaturgradstunden werden die Differenzen der vorhandenen operativen Innenraumlufttemperaturen, welche die Sollwerte des Komfortbereichs über- bzw. unterschreiten und den Sollwerten des Komfortbereichs über die zugehörige Zeit integriert. Da eine exakte Integration sehr zeitaufwendig ist, wird im Berechnungsalgorithmus die Riemann Summation verwendet. Die Summe wird berechnet, indem die Integralfäche in Formen wie beispielsweise Rechtecke unterteilt wird. Anschließend werden die Flächen der Formen berechnet und aufaddiert. Mit diesem Ansatz kann eine numerische Annäherung für ein bestimmtes Integral gefunden werden. (Kirkwood, 2021) Je geringer die so berechneten Werte der Über- und Untertemperaturgradstunden ausfallen, desto besser ist die Klimaperformanz zu bewerten.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Klimaperformanz die Eigenschaft *Klimaanpassung eines Gebäudes durch bauliche Maßnahmen* beschreibt und durch *die prozentuale jährliche Zeitdauer*, in der das Gebäude ohne Heizung, Lüftung und Klimaanlage ein angenehmes Innenraumklima ermöglicht, beschrieben wird. Sie besitzt die Einheit %. Des Weiteren wird durch Betrachtung der Über- und Untertemperaturgradstunden dh_{KP} mit der Einheit Kh/a berücksichtigt, wie stark das vorhandene Innenraumklima vom Erwünschten abweicht. Eine reine Betrachtung der Über- bzw. Untertemperaturgradstunden ermöglicht keine Rückschlüsse darauf, ob das vorhandene Innenraumklima sich stark vom gewünschten unterscheidet oder ob das vorhandene Innenraumklima sich häufig vom gewünschten unterscheidet.

Die Klimaanpassung wird somit durch die Klimaperformanz und die Über- bzw. Untertemperaturgradstunden quantifiziert. Auf die Methode der Bewertung wird in Kapitel 5.4 eingegangen.

5.3.2 Quantifizierung der Kulturperformanz

Im Rahmen dieser Arbeit wird die *Kulturperformanz* eingeführt, welche das kulturangepasste Bauen quantifizierbar und bewertbar macht. Der Fokus liegt, wie bereits in Kapitel 4 erläutert auf der Berücksichtigung der Bedürfnisse der Nutzer. Die Definition und Abgrenzung des Begriffs Baukultur ist dem Kapitel 2.2.1 zu entnehmen. Die Methode zur Quantifizierung der Kulturperformanz kann Abbildung 46 entnommen werden und ist in vier Phasen unterteilt.



Abbildung 46 Struktur der Methode zur Quantifizierung der Kulturperformanz

Im ersten Schritt erfolgt die Identifizierung der baukulturell relevanten Aspekte der Bewertungskriterien mithilfe von Literaturrecherchen, Besichtigungen, Experteninterviews und/oder Umfragen.

Bei der Ermittlung der kulturellen Anforderungen mittels Literaturrecherche ist darauf zu achten, dass geeignete und aktuelle Literatur vorhanden ist. Alternativ oder ergänzend liefern Besichtigung vor Ort Informationen. Eine Checkliste der Baukultur dient als Orientierung, welche Informationen von Relevanz sein können. Ein Auszug dieser ist Tabelle 19 zu entnehmen. Eine beispielhafte Checkliste kann dem Anhang C entnommen werden. Da die baukulturellen Anforderungen je nach Projekt und Standort variieren, ist eine Anpassung und Ergänzung der Checkliste laufend notwendig. Zusätzlich wird die Methode der Umfrage eingesetzt. Experteninterviews mit beispielsweise Stadtheimatspflegern oder Mitgliedern der

Stadtgestaltungskommission geben ggfs. zusätzlich Auskunft. Um im Bauwesen stärker einen nutzerzentrierten Ansatz zu verfolgen, werden die aktuellen oder späteren Gebäudenutzer sowie die Bewohner in unmittelbarer Nähe befragt. Die Datenerhebung wird objektiv und systematisch nach wissenschaftlichen Standards von Experten für kulturelles Bauen durchgeführt.

Tabelle 19 Exemplarischer Auszug der Checkliste der Baukultur

Baukulturelles Kriterium	Merkmal
Gesellschaft	Ethnien
	Religionen/Glaube
	Human Development Index (HDI) 1990; 2017; Anstieg um [%]; Weltrang
	Staatsform
Bauweise	Gebäudeanordnung
	Verwendete Baustoffe
	Konstruktionsweise
	Normen und Vorschriften
Ornamentik	Gestalterische Elemente
	Historische Elemente
	Religiöse/Spirituelle Elemente
	Farbgestaltung
Raumstruktur	Grundriss
	Raumanordnung vertikal
	Raumkonzept
	Groß-/Kleinräumlichkeit
	Flexibilität
	Wohntrend
Familienstruktur	Großfamilien-/Singlehaushalte
Privatsphäre	Öffentlichkeit/Privatheit
...	...

Im zweiten Schritt der Quantifizierungsmethode werden die Anforderungen an das kulturangepasste Bauen priorisiert. Die Priorisierung erfolgt, wie in Kapitel 4.3 erläutert, mittels der Methode des *paarweisen Vergleichs*. Hier hängt der für jedes Element abgeleitete Wert davon ab, mit welchen anderen Elementen es verglichen wird (Lindemann, 2009; Saaty, 2008). Auf diese Weise werden die baukulturell relevanten Aspekte gegeneinander abgewogen. Dazu erfolgt eine Auflistung im Zeilen-Spalten-Format. Wird der Zeilenwert weniger relevant eingestuft als der Spaltenwert, wird dies mit dem Zahlenwert 0 gekennzeichnet. Wird dem Zeilen- und Spaltenwert die gleiche Priorität zugesprochen, wird der Zahlenwert 1 eingetragen. Wird der Zeilenwert relevanter als der Spaltenwert eingestuft, wird der Zahlenwert 2 zugeordnet. Der Rang der Priorisierung r_P ergibt sich aus der Summe der Zeilenwerte. Je höher der Wert des Ranges ist, desto höher ist die Relevanz des baukulturellen Aspektes einzustufen. Die Werte werden jeweils nur für die untere Hälfte der Diagonalen eingetragen, da die obere Hälfte aus den reziproken Werten besteht. Auf der Diagonalen werden keine Werte eingetragen, da hier immer zwei gleiche Aspekte miteinander verglichen werden. (Lindemann, 2009; Saaty, 2008)

Die Priorisierung kann ebenfalls mittels einer Umfrage unter den aktuellen oder künftigen Gebäudenutzern oder den Bewohnern im näheren Umkreis ermittelt werden. Experteninterviews können zusätzliche Informationen liefern.

Nachfolgendes Beispiel in Tabelle 20 verdeutlicht das Vorgehen. Hier wurde beispielsweise die hohe Technologisierung relevanter als das Dragon Hole (eine Aussparung in der Fassade, welches dem Drachen eine freie Flugbahn ermöglichen soll) eingestuft, gleich relevant wie die spirituelle Ornamentik und relevanter als die Kleinräumlichkeit. Daraus ergibt sich in der Summe ein Rang r_P von 5 und somit in diesem Beispiel die höchste Priorität.

Tabelle 20 Beispiel eines paarweisen Vergleichs baukulturell relevanter Aspekte

Baukulturell relevanter Aspekt	Dragon Hole	Hohe Technologisierung	Spirituelle Ornamentik	Kleinräumlichkeit	Summe
Dragon Hole		0	0	2	2
Hohe Technologisierung	2		1	2	5
Spirituelle Ornamentik	2	1		1	4
Kleinräumlichkeit	0	0	1		1

Legende:
 0: Zeilenwert ist weniger relevant
 1: Zeilenwert ist gleich relevant
 2: Zeilenwert ist relevanter

Durch die Priorisierung kann eine Tendenz der kulturellen Anforderungen in Richtung Basisanforderung, Leistungsanforderung und Begeisterungsattribut nach dem Modell von Kano aus der Produktentwicklung erkannt werden. Basisanforderungen führen bei Nichterfüllung zu Unzufriedenheit, aber bei Erfüllung nicht

zu Zufriedenheit. Beispielsweise gilt ein Sicherheitsgurt in einem Automobil als Basisanforderung: Bei einem fehlenden Gurt tritt eine Unzufriedenheit ein, ein vorhandener Gurt hingegen führt nicht zu Zufriedenheit. Als Leistungsanforderungen werden Anforderungen verstanden, deren Erfüllung zu Zufriedenheit und deren Nichterfüllung zu Unzufriedenheit führen. Der Verbrauch eines Autos kann als Beispiel einer Leistungsanforderung genannt werden: Ein hoher Verbrauch führt zu Unzufriedenheit, ein geringer Verbrauch führt zu Zufriedenheit. Begeisterungsattribute hingegen führen durch ihr Fehlen nicht zu Unzufriedenheit, jedoch führen sie durch ihr Vorhandensein zu Zufriedenheit ggfs. Begeisterung. Beispielsweise kann eine Ledersitzgarnitur im Automobil ein Begeisterungsattribut sein. Das Kano-Diagramm ist in Abbildung 47 dargestellt. (Hinterhuber & Matzler, 2002; Hölzing, 2008)

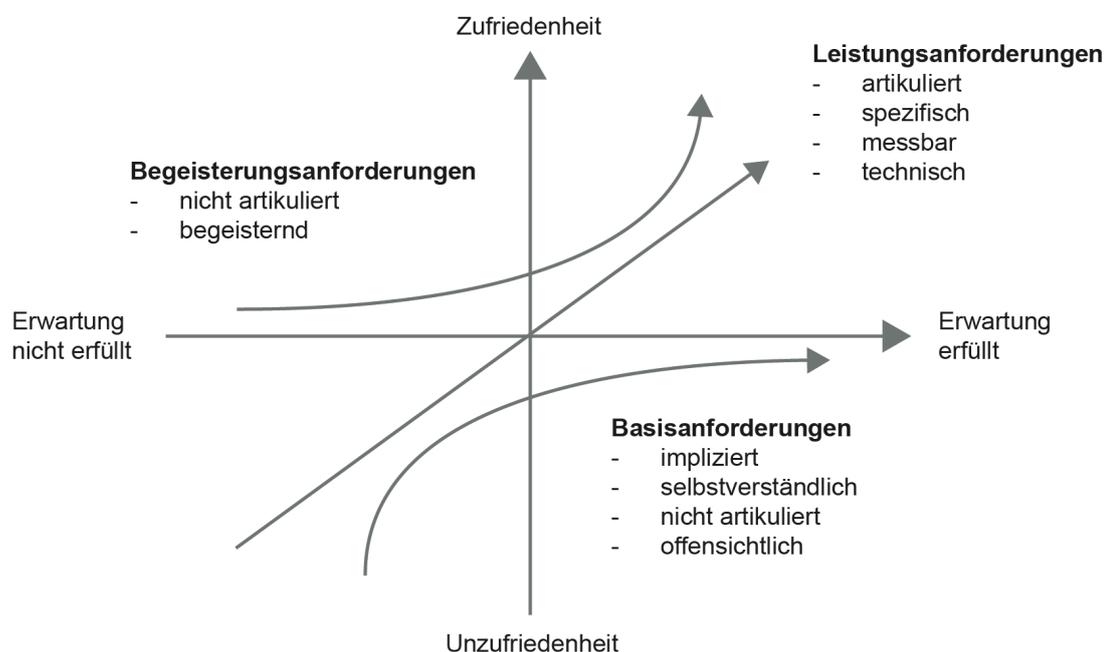


Abbildung 47 Kano Diagramm nach (Hölzing, 2008)

Übertragen auf die Baukultur sind baukulturelle Aspekte, welche durch ihr Fehlen zu Unzufriedenheit (ggfs. Leerstand) führen und deren Vorhandensein neutral bewertet wird, Basisanforderungen. Dies kann beispielsweise in Deutschland der Raum „Hausflur“ sein. Fehlt dieser Raum, kann das zu Unzufriedenheit führen, das Vorhandensein wird jedoch nicht als positiv bewertet. Eine Leistungsanforderung kann beispielsweise die Größe eines Raumes sein: Ein größerer Raum führt zu Zufriedenheit, ein kleinerer Raum zu Unzufriedenheit. Begeisterungsattribute können Elemente wie Smarthome oder Stuckaturen sein: Das Vorhandensein führt zu Zufriedenheit, das nicht Vorhandensein führt zu keiner Unzufriedenheit. Die Priorisierungen werden bei der Berechnung der Kulturperformanz berücksichtigt.

Im dritten Schritt erfolgt die Bestimmung der Ausprägung der baukulturell relevanten Aspekte des Gebäudes. Dazu werden die in Schritt 1 ermittelten Bewertungskriterien unter Angabe ihrer Priorisierung aus Schritt 2 mit dem vorhandenen Gebäude abgeglichen. Die Bestimmung der Ausprägung A_i erfolgt quantitativ anhand einer Zahlenskala von 0 bis 2. Die Wahl dieser Methode wird in Kapitel 4.3 begründet. Der

Zahlenwert 0 bedeutet, dass der baukulturell relevante Aspekt nicht berücksichtigt wurde, der Wert 1, dass der Aspekt teilweise berücksichtigt wurde und der Wert 2 eine allumfassende Berücksichtigung. Die Bestimmung der Ausprägung A_i wird idealerweise durch einen unabhängigen Experten der lokalen Baukultur durchgeführt. Alternativ kann eine Umfrage unter den aktuellen oder künftigen Gebäudenutzern und den unmittelbaren Nachbarn durchgeführt werden. Um die Objektivität der Ausprägungsbestimmung zu erhöhen, können zusätzliche Ausprägungsbeschreibungen ergänzt werden. Soll beispielsweise die Flexibilität der Raumnutzung mit einem Zahlenwert zwischen 0 und 2 bewerten werden, so kann eine Ausprägungsbeschreibung, wie in nachfolgender Tabelle 21 dargestellt, die Objektivität erhöhen.

Tabelle 21 Exemplarische Bestimmung der Ausprägung des baukulturellen Kriteriums Flexibilität

Checkliste Baukultur				
Baukulturelles Kriterium	Merkmal	Ausprägungsbeschreibung	Pkt.	Pkt.
Flexibilität	Flexible Raumnutzung durch flexible Wände (Schiebetüren)	Alle Räume, außer Küche, Bad und WC, sind flexibel nutzbar	2	
		Ca. die Hälfte aller Räume, außer Küche, Bad und WC, sind flexibel nutzbar	1	2
		Keine Räume sind flexibel nutzbar	0	

Im letzten Schritt erfolgt die Bestimmung der Kulturperformanz. Dafür werden die Ausprägungen A_i mit dem Rang der Priorisierung r_P des Bewertungskriteriums multipliziert und über alle Kriterien aufsummiert. Anschließend wird der maximal mögliche Zahlenwert der Ausprägung A_i von 2 mit dem jeweiligen Rang der Priorisierung des Bewertungskriteriums r_P multipliziert und über alle Kriterien aufsummiert. Der Quotient, gebildet aus den Summen ergibt den Wert der Kulturperformanz. Nachfolgende Formel zeigt die Berechnung.

$$KUP = \frac{\sum_1^i (A_i \times r_{P,i})}{\sum_1^i (2 \times r_{P,i})} * 100 \quad (4)$$

mit:

KUP = Kulturperformanz in %

A_i = Ausprägung des Bewertungskriteriums (zwischen 0 und 2)

$r_{P,i}$ = Rang der Priorisierung des Bewertungskriteriums

i = Anzahl der Bewertungskriterien

5.3.3 Quantifizierung der Kontrollelemente der Nachhaltigkeit

Neben der Klima- und Kulturanpassung werden in der Bewertungsmethode Kontrollelemente der Nachhaltigkeit bestimmt.

Eine hohe Klimaanpassung und somit eine hohe Klimaperformanz bedeuten, dass das Gebäude durch vorrangig bauliche Maßnahmen an das Außenklima angepasst ist, um ein angenehmes Innenraumklima zu ermöglichen (vgl. Kapitel 2.1.1 und 5.3.1). Um sicherzustellen, dass diese baulichen Maßnahmen nicht

zu einem energetischen oder monetären Mehraufwand oder zu Behaglichkeitseinbußen führen, werden Kontrollelemente der Nachhaltigkeit eingeführt. Zum Beispiel weisen klimaangepasste Gebäude in Regionen mit hohen Tag-Nacht-Unterschieden in der Außenlufttemperatur häufig dicke Außenwände mit hoher Speichermasse auf (z. B. 70 cm dicke Lehmwände). Dies kann im Vergleich zu einer Ganzglas-Stahl-Beton-Skelett-Fassade zu einem erhöhten Materialbedarf führen. Jedoch sollten die ökologischen und ökonomischen Kennwerte eines klimaangepassten Konzeptes, die eines klimaunangepassten nicht übersteigen. Auch die Minimierung der benötigten technischen Gebäudeausrüstung im klimaangepassten Konzept sollten nicht zu untragbaren Behaglichkeitseinbußen führen.

Ebenso ist zu überprüfen, ob die Berücksichtigung kultureller Aspekte und somit eine hohe Kulturperformanz nicht zu einem energetischen oder monetären Mehraufwand oder zu Behaglichkeitseinbußen führen. Wie bereits im Kapitel 5.3.2 erläutert, kann aus kulturellen Gründen, wie z. B. Prestige, eine sehr niedrige Innenraumlufttemperatur gefordert sein, da dies mit Wohlstand in Verbindung gebracht wird. Eine Berücksichtigung dieses Aspektes würde zu einem nicht vertretbaren energetischen Mehraufwand und zu einer verminderten Behaglichkeit führen und ist deshalb kritisch zu betrachten.

Um also eine ganzheitliche Bewertung der Klima- und Kulturanpassung des Gebäudes zu ermöglichen, werden Kontrollelemente der Nachhaltigkeit bestimmt. Entsprechend der drei Säulen der Nachhaltigkeit werden soziale, ökologische und ökonomische Aspekte betrachtet, welche in nachfolgender Tabelle 22 dargestellt sind.

Tabelle 22 Kontrollelemente der Nachhaltigkeit

Kontrollelemente der Nachhaltigkeit		
Soziales	Ökologie	Ökonomie
Thermische Behaglichkeit	Energiebedarf	Lebenszykluskosten
Lufthygienische Behaglichkeit	Endlichkeit von Ressourcen	
Visuelle Behaglichkeit		

Die *sozialen Kontrollelemente* werden durch die Betrachtung der Behaglichkeit beschrieben. Vorrangig wird die thermische Behaglichkeit ermittelt, da der größte Anteil des Energiebedarfs in Gebäuden durch die Temperierung (Beheizung/Kühlung) verursacht wird (U.S. Energy Information Administration; Umweltbundesamt, 2020). Der Energiebedarf für die Temperierung des Innenraumes, die thermische und die lufthygienische Behaglichkeit beeinflussen sich gegenseitig, sodass es ebenfalls notwendig ist, den lufthygienischen Komfort zu betrachten. Die akustische Behaglichkeit wird selten von den natürlichen Klimaeinflüssen tangiert, sondern vorrangig von anthropogenen stadtklimatischen Einflüssen (z. B. Verkehrslärm). In dieser Arbeit wird jedoch nicht die Anpassung von Gebäuden an anthropogene Stadtklimaeinflüsse untersucht, sodass ein ausreichender Schallschutz als gegeben vorausgesetzt wird. Die visuelle Behaglichkeit wird vom natürlichen Klima beeinflusst und somit als Kontrollelement untersucht. Eine ausreichende Versorgung mit Tageslicht und eine Blendfreiheit hängen von der Sonnenscheindauer und dem Sonnenstand ab. Hier ist insbesondere auf die Projektart zu achten, da beispielsweise in einem Bürogebäude die visuelle Behaglichkeit einen anderen Stellenwert einnimmt als in Wohngebäuden.

Die thermische Behaglichkeit wird häufig anhand von Komfortgrenzen für die operative Raumlufttemperatur und Überschreitungsdauern beurteilt. Für diese Komfortgrenzen gibt es unterschiedliche Empfehlungen in der Literatur. Da die Klimaperformance dies bereits berücksichtigt (vgl. Kapitel 5.3.1) wird die operative Innenraumtemperatur nicht als eigenes Bewertungskriterium für die thermische Behaglichkeit in den Kontrollelementen aufgeführt. Aus diesem Grund wird wie bereits in Kapitel 4.3 erwähnt das Modell nach Fanger (1970) verwendet, um die thermische Behaglichkeit zu quantifizieren und zu bewerten. Der PMV (predicted mean vote; vorausgesagtes mittleres Votum) und PPD (predicted percentage of dissatisfied; vorausgesagter Prozentsatz Unzufriedener) werden dabei direkt aus der thermisch-energetischen Gebäudesimulation ausgegeben. Da das klassische Modell nach Fanger (1970) sich vorrangig für mechanisch belüftete Gebäude eignet, wird für natürlich belüftete Gebäude die Erweiterung des Modells verwendet, welches von Fanger und Toftum (2002) selbst für freilaufende Bedingungen eingeführt wurde. Die Anpassung erfolgt über einen Anpassungsfaktor, den Expectancy Factor e und basiert auf der Annahme, dass Personen mit niedrigeren Erwartungen an die thermische Umgebung höhere Temperaturen akzeptieren, als nach dem klassischen PMV-Modell ermittelt werden. Für natürlich belüftete Gebäude wird der PMV der thermisch-energetischen Gebäudesimulation mit den entsprechenden Expectancy Factors e multipliziert, welche in nachfolgender Tabelle 23 dargestellt sind.

Tabelle 23 Expectancy Factors e für nicht klimatisierte Gebäude in warmen Klimazonen nach (Fanger & Toftum, 2002)

Erwartungen	Klassifizierung nicht klimatisierter Gebäude		Expectancy Factor e
	Standort	Hitzeperioden	
Hoch	In Regionen, in denen klimatisierte Gebäude üblich sind	Kurzzeitiges Auftreten während der Sommersaison	0,9 – 1,0
Moderate	In Regionen mit einigen klimatisierten Gebäuden	Sommersaison	0,7 – 0,9
Gering	In Regionen mit wenigen klimatisierten Gebäuden	Ganzjährig	0,5 – 0,7

Je nach Standort sind weitere Anpassungsfaktoren des PMV-Wertes in der Literatur gegeben (Humphreys & Nicol, 2002; B. Li et al., 2014; Yao et al., 2009). B. Li et al. (2014) entwickelten einen adaptiven Predicted Mean Vote (aPMV), welche an die klimatischen Bedingungen Chinas angepasst ist. Je nach Eigenschaft der Klimazone und Art des Raumes werden adaptive Koeffizienten angegeben. Die Anpassungsfaktoren sollten dem zu untersuchenden Standort entsprechend verwendet werden.

Soziale Kontrollelemente der Nachhaltigkeit: Lufthygienische Behaglichkeit

Für die Bewertung der Luftqualität wird in dieser Arbeit der CO₂-Gehalt ermittelt. Die thermisch-energetische Gebäudesimulation gibt dazu stündliche Werte für den CO₂-Gehalt im Innenraum in Abhängigkeit des Nutzerverhaltens aus. Um die lufthygienische Behaglichkeit zu bewerten, werden die Werte des CO₂-Gehalts mit einem Grenzwert verglichen. Als Grenzwert wird der Pettenkoferwert von 1.000 ppm verwendet, welcher bereits 1858 veröffentlicht wurde (Pettenkofer, 1858). Berücksichtigt wird, wie bereits in Kapitel 4.3 erwähnt, lediglich der Nutzungszeitraum. Neben der Überschreitungsdauer wird die Überschreitungshöhe betrachtet.

Die Tageslichtversorgung hängt von vielen klimatischen Faktoren wie der Witterung, Tages- und Jahreszeiten, der geografischen Lage und der Klimazone ab (Hausladen et al., 2012). Um zu berücksichtigen, inwieweit bauliche Maßnahmen der Klimaanpassung die visuelle Behaglichkeit beeinflussen, werden in dieser Arbeit Kontrollelemente für die natürliche Beleuchtung angegeben. Da die künstliche Beleuchtung von diesen baulichen Maßnahmen weitgehend unbeeinflusst ist, wird eine behagliche künstliche Beleuchtung im Gebäudekonzept vorausgesetzt und keine Kontrollelemente für die künstliche Beleuchtung angegeben. Als Gütekriterien für die Tageslichtbeleuchtung sind eine Sichtverbindung nach außen und eine ausreichende Helligkeit zu nennen. Die Überprüfung einer ausreichenden Sichtverbindung erfolgt durch den Abgleich der Fenstergröße und -position mit den Mindestangaben nach DIN 5034-1:2021-08. Die Helligkeit wird durch den Tageslichtquotienten bestimmt. Für Innenräume mit überdurchschnittlich hohen Anforderungen an die visuelle Behaglichkeit wird empfohlen, eine gesonderte Simulation der Lichtverhältnisse durchzuführen. Dies wird im Rahmen dieser Arbeit nicht durchgeführt.

Für die *ökologischen Kontrollelemente* werden der Energiebedarf (Primärenergiebedarf im Betrieb und grauer Energiebedarf) und der Materialverbrauch ermittelt. Für die graue Energie sind unterschiedliche Definitionen in der Literatur zu finden. In dieser Arbeit beinhaltet die graue Energie neben der Menge an nichterneuerbarer Energie ebenfalls den Anteil an erneuerbaren Energien. Für eine detailliertere Beurteilungsgrundlage werden die erneuerbaren und nicht erneuerbaren Anteile der grauen Energie einzeln angegeben.

Um den Energiebedarf für die Lebensphasen des Gebäudes zu ermitteln, wird eine Ökobilanzierung durchgeführt. Im Rahmen dieser Arbeit beschränkt sich die Ökobilanzierung auf die Ermittlung des Energiebedarfs und somit eine energetische Lebenszyklusanalyse. Die Lebenszyklusphasen eines Gebäudes sind nachfolgender Tabelle 24 zu entnehmen. Ein weiterer Aspekt, der betrachtet wird, ist die Endlichkeit der Ressourcen. Auch wenn ein Baustoff eine geringe graue Energie aufweist, sollte darauf geachtet werden, ob dieser Baustoff recycelbar und nachwachsen ist.

Tabelle 24 Lebenszyklusphasen eines Gebäudes nach (DIN EN 15804:2020-03)

Herstellung			Errichtung		Nutzung							Entsorgung				
Rohstoffbeschaffung	Transport	Produktion	Transport	Errichtung/Einbau	Nutzung	Instandhaltung	Instandsetzung	Austausch	Modernisierung	Energiebedarf Betrieb	Wasserbedarf Betrieb	Rückbau/Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Beseitigung	Wiederverwertung
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D

Für die Herstellungsphase besteht meist eine ausreichend gute Datengrundlage. Oftmals handelt es sich um Durchschnittsdaten auf Grundlage normgerechter Umwelt-Produktdeklarationen der Hersteller. Dies hängt jedoch stark vom Standort (Land) des zu untersuchenden Gebäudes ab. Die Transportphase A4 in der Errichtungsphase kann über Transportdatensätze ermittelt werden. Bei fehlenden Daten kann die Entfernung des Gebäudestandortes zum nächstliegenden Hersteller Informationen liefern. Die Instandhaltung

und Instandsetzung berücksichtigen die Lebensdauer und Austauschhäufigkeit der Baustoffe und Bauteile. Daten zu Nutzungsdauern werden, wenn möglich, aus Datenbanken der untersuchten Länder entnommen, da das einwirkende Klima die Nutzungsdauer von Baustoffen und Bauteilen maßgeblich beeinflusst. Der Energiebedarf im Betrieb B6 wird durch den Endenergiebedarf ermittelt. Dieser wird aus der thermisch-energetischen Gebäudesimulation ausgegeben. Der Primärenergiebedarf wird aus dem Produkt der Endenergie und dem zum Energieträger passenden Primärenergiefaktor (PEF) gebildet. Da durch die Primärenergiefaktoren berücksichtigt wird, welche Menge an Energie für die Gewinnung, Umwandlung und den Transport benötigt wird, werden idealerweise aktuelle Faktoren des Standortes (Landes) des zu bewertenden Gebäudekonzeptes verwendet. Für die Phasen Rückbau C1, Transport C2, Abfallbehandlung C2 und Beseitigung C3 sowie Wiederverwertung D werden ebenfalls, wenn möglich, Daten aus Datenbanken des untersuchten Standortes (Landes) verwendet. Welche Lebenszyklusphasen berücksichtigt werden, wird häufig von der Datengrundlage bestimmt. Diese unterscheidet sich je nach untersuchtem Standort (Land) stark. Sollten keine Daten vorhanden sein können ggfs. Daten übertragen werden. Hier ist jedoch eine gesonderte Untersuchung der Übertragbarkeit notwendig. Die ermittelte Energiemenge wird häufig in kWh oder MJ pro Quadratmeter angegeben. Da sich die genutzte Quadratmeterfläche pro Person (Büro oder Wohnraum) je nach Standort unterscheidet, ist es sinnvoll, die Energiemenge zusätzlich in kWh oder MJ pro Person anzugeben.

Neben dem Energiebedarf wird die Endlichkeit der Ressourcen betrachtet. Zu überprüfen ist, ob die verwendeten Baumaterialien nachwachsend und/oder recycelbar sind. Dazu werden Daten für die Recyclingfähigkeit der Baustoffe benötigt. Diese hängen neben der Einbauart ebenfalls von den Klimaeinflüssen ab. Aus diesem Grund sollten auch hier, wenn vorhanden, Daten des Standortes (Landes) herangezogen werden. Neben der Recyclingfähigkeit ist die Reparierbarkeit eines Baustoffes oder -teils ein Indikator für die ökologische Nachhaltigkeit. Derzeit gibt es kaum belastbare Daten zu dieser Thematik. Künftig sollten diese Informationen von Baustoff- oder Bauteilherstellern ermittelt und angegeben werden. Sobald Daten für die Reparierbarkeit zur Verfügung stehen, sollten diese in der Methode berücksichtigt werden.

Die Lebenszykluskosten bilden das *ökonomische Kontrollelement* der Nachhaltigkeit. Um diese zu ermitteln, eignet sich die Lebenszykluskostenanalyse. Hier wird unterschieden, ob lediglich die Kosten erfasst werden oder ob neben den Kosten der monetäre Nutzen berücksichtigt wird. (König, 2009) In dieser Methode soll neben den Kosten der monetäre Nutzen bilanziert werden, da insbesondere eine kulturangepasste Bauweise zwar zu höheren Kosten, aber auch zu einem höheren Nutzen führen kann. Auch hier werden die Systemgrenzen und Phasen, welche berücksichtigt werden können, maßgeblich von der Datengrundlage beeinflusst. Diese variiert von Land zu Land stark. Analog zur Ökobilanzierung sollten für die Lebenszykluskostenanalyse aktuelle Daten des Standortes (Landes) verwendet werden, da die Preise stark variieren. Sollten keine Daten vorhanden sein, können Daten übertragen werden. Auch hier ist die Übertragbarkeit gesondert zu prüfen. Zur Unterstützung der Lebenszykluskostenanalyse gibt es unterschiedliche Software-Programme. Dabei soll dem Standort entsprechend eine Software gewählt werden. Wie bei der Ökobilanzierung werden die Lebenszykluskosten oftmals in Euro pro Quadratmeter angegeben. In dieser Arbeit werden aus den oben genannten Gründen zusätzlich Lebenszykluskosten in Euro pro Person angegeben, soweit die dafür notwendigen Informationen vorhanden sind.

5.4 Interpretation der Bewertungsergebnisse

Die in 5.3 vorgestellten Methoden zur Quantifizierung der Klima- und Kulturperformanz sowie der Kontrollelemente der Nachhaltigkeit liefern Zahlenwerte unterschiedlicher Einheiten. Für die Bewertung der Zahlenwerte der Klima- und Kulturperformanz gibt es unterschiedliche Methoden, welche sich insbesondere in ihrem Aufwand unterscheiden.

Eine erste Einordnung der Zahlenwerte der Performanzen ist dadurch gegeben, dass der Wert umso besser zu bewerten ist, je größer er ist (Performanz-Ansatz). Eine Klimaperformanz von 80% ist somit besser zu bewerten als eine Performanz von 60%. Analog verhält es sich mit der Kulturperformanz. Verglichen werden können jedoch nur Performanzen von Gebäudevarianten desselben Projektes. Es ist nur eingeschränkt sinnvoll, Klima- und Kulturperformanzen verschiedener Gebäude an unterschiedlichen Standorten zu vergleichen. Die maximal mögliche Klimaanpassung (das Gebäude ermöglicht eine maximal mögliche Zeitdauer ein angenehmes Innenraumklima ohne technische Gebäudeausrüstung) unterscheidet sich je nach klimatischen Einflüssen stark. In Österreich beispielsweise existiert bereits ein Bürogebäude, welches ohne technische Gebäudeausrüstung ein angenehmes Innenraumklima über das gesamte Jahr hinweg ermöglicht (Eberle et al., 2016) und somit eine Klimaperformanz von 100% aufweist. Jedoch gibt es Klimazonen auf der Welt, in welchen Gebäude ggfs. nicht ohne technische Gebäudeausrüstung über das gesamte Jahr hinweg ein angenehmes Innenraumklima ermöglichen können. Somit wäre die maximal erreichbare Klimaperformanz beispielsweise lediglich bei 90%. Ein Vergleich wäre hier beispielsweise nur eingeschränkt sinnvoll.

Um eine konkretere Aussage treffen zu können, müsste ein ideal an das Klima und die Kultur angepasstes Referenzgebäude ermittelt werden. Für die Klimaperformanz ist somit zu bestimmen, welche maximale Klimaanpassung und somit -performanz an einem Standort erreicht werden kann. Da sich die Klimaeinflüsse bereits bei geringen Abweichungen des Standortes (Änderung der Höhenlage, Änderung der umgebenden Bepflanzung etc.) verändern, müsste für jedes zu bewertende Gebäude am selben Standort ein Referenzgebäude erarbeitet werden. Die Klimaperformanz des Referenzgebäudes dient dann als Vergleichswert. Für die Kulturperformanz gilt Ähnliches: Das Referenzgebäude müsste ebenfalls individuell für den jeweiligen Standort ermittelt werden, da sich auch kulturelle Anforderungen je nach Standort unterscheiden. Was beispielsweise am Schliersee als kulturell angepasst gilt, muss am Tegernsee, welcher lediglich ca. 5 km Luftlinie entfernt ist (Geoportal Bayern, 2020), nicht automatisch gelten. Hinzu kommt, dass die kulturellen Anforderungen stark je nach Gebäudeart (Wohngebäude, Bürogebäude etc.) variieren. Somit ist nicht nur für den Standort, sondern ebenfalls der Gebäudeart entsprechend ein Referenzgebäude zu entwickeln, welches Vergleichswerte für die Kulturperformanz liefert. Die Ermittlung dieser Referenzgebäude bringt jedoch einen hohen Aufwand mit sich. Das Erstellen von Regionen spezifischen Referenzgebäuden auf mesoklimatischer Ebene könnte erste Anhaltspunkte zur Einordnung der Klimaperformanz liefern und den Aufwand reduzieren.

Ein weiteres dynamisches Verfahren, um Vergleichswerte zu erhalten, ist die statistische Ermittlung der Klima- und Kulturperformanzen des Gebäudebestandes. Zu Beginn ist das zu untersuchende Gebiet zu bestimmen, durch welches sich die Vergleichswerte ergeben. Die Größe des zu untersuchenden Gebietes hängt von der Größe des bebauten Standortes ab (Dorf, Kleinstadt, Großstadt) sowie vom städtebaulichen

Eingriff durch das Objekt. In einem Dorf ergeben weniger Vergleichsobjekte einen statistischen Vergleichswert, da es insgesamt weniger Objekte gibt als in einer Großstadt. Ebenso ist beispielsweise bei einem großen Projekt wie einem Mehrfamiliengebäude ein größeres Gebiet zu untersuchen, da das Projekt sich ebenfalls städtebaulich auf ein größeres Gebiet auswirkt als bei einem Projekt wie einem Einfamilienhaus. Nachdem das Gebiet gewählt wurde, sollten die unterschiedlichen Gebäudetypen identifiziert werden. Bei der Klimaperformanz sind Gebäudetypen anhand der klimatischen Anpassungen zu kategorisieren (ähnliche baukonstruktive Anpassungen an das Klima), bei der Kulturperformanz anhand der kulturellen Merkmale aus der Kulturanalyse (vgl. Kapitel 5.3.2). Anschließend ist der prozentuale Anteil der Gebäudetypen am Gebäudebestand im ausgewählten Gebiet zu ermitteln. Im nächsten Schritt wird für jede Kategorie repräsentativ die Klima- und Kulturperformanz für ein Gebäude ermittelt. Diese Performanzen werden anschließend mit dem jeweiligen prozentualen Wert des Bestandes je Kategorie multipliziert und aufsummiert, um so Vergleichswerte zu liefern. Auch dieses Verfahren bringt einen hohen Aufwand mit sich, da der Gebäudebestand statistisch ausgewertet und die Bewertungsmethode für die repräsentativen Gebäude durchgeführt werden muss.

Alternativ können stichprobenartig Gebäude des zuvor bestimmten Gebietes ausgewählt und die Performanzen ermittelt werden. Anhand von Perzentilen können Bewertungskategorien erstellt werden: Die Bewertung wird dabei mit der prozentualen Häufigkeit der vorhandenen Klimaperformanzen verknüpft. Häufig eignet sich eine vierstufige Skala, um eine neutrale Bewertung auszuschließen. Eine solche Skala mit Verknüpfung der Perzentile könnte folgendermaßen aussehen:

- 100%-Perzentil: ungenügend
- 75%-Perzentil: unbefriedigend
- 50%-Perzentil: gut
- 25%-Perzentil: sehr gut.

Würden beispielsweise 100% der Bestandsgebäude eine Klima- oder Kulturperformanz von 40% aufweisen, würde dieser Wert als *ungenügend* deklariert werden. Analog dazu würde gelten, dass wenn nur 25% des untersuchten Bestands eine Performanz von 70% aufweisen, dieser Wert als *sehr gut* deklariert wird. Bei dieser dynamischen Methode wird berücksichtigt, welche Klima- und Kulturanpassung am Standort üblich ggfs. sogar möglich sind. Jedoch zeigt sich auch hier ein hoher Aufwand, da die Methode für den Gebäudebestand durchlaufen werden muss.

Insgesamt ist der Aufwand bei allen Methoden zur Ermittlung von Vergleichswerten bei der Klimaperformanz geringer einzustufen als bei der Kulturperformanz. Liegen die notwendigen Daten vor, wird ein thermisch-energetisches Gebäudemodell erstellt und ausgewertet. Für die Kulturperformanz sind hingegen Befragungen durchzuführen, welche zeitintensiv sind. Dennoch eignen sich die beschriebenen Verfahren, sobald sich die Berechnung der Klima- und Kulturperformanzen etabliert hat und somit Vergleichswerte verfügbar sind.

In dieser Arbeit erfolgt die Bewertung unter Berücksichtigung des Aufwandes mithilfe der oben beschriebenen ersten Einordnung anhand des Performanz-Ansatzes. Zusätzlich ermöglicht ein Vergleich bei Varianten desselben Projektes eine erste Einschätzung der Werte.

6 Anwendung der Bewertungsmethode

Im sechsten Kapitel der Arbeit erfolgt die Testung der entwickelten Quantifizierungs- und Bewertungsmethode der Klima- und Kulturanpassung mittels Fallstudien. Diese erweisen sich insbesondere in neuen Forschungsbereichen als hilfreich. Dabei ergänzen sich die induktive und deduktive Logik. Es entsteht ein Kreislauf aus der induktiven Theorienbildung, welche anhand von Anwendungsbeispielen neue Theorien hervorbringt, und der deduktiven Theorientestung. (Eisenhardt, 1989) Die Fallbeispiele in dieser Arbeit basieren u. a. auf Studierendenarbeiten. Kapitel 6.1 gibt eine Übersicht zu den untersuchten Fallbeispielen. In Kapitel 6.2 werden die Randbedingungen sowie die Ergebnisse der Anwendungen erläutert. Kapitel 6.3 fasst die gewonnenen Erkenntnisse zusammen. Ziel ist die Ermittlung und Bewertung der Diskrepanz zwischen der Unterstützung, die der Ansatz bieten soll und der Unterstützung, die er tatsächlich bietet. Die Erkenntnisse ermöglichen die in Kapitel 7.3 durchgeführte Evaluierung.

6.1 Übersicht der Fallbeispiele

Laut Eisenhardt (1989) kann keine ideale Anzahl an Anwendungsfällen genannt werden. Dennoch hat sich eine Anzahl zwischen 4 bis 10 Fällen bewährt (Eisenhardt, 1989). In dieser Arbeit werden 13 Gebäudemodelle an neun Standorten untersucht. Da die Datengrundlage sowie die zur Verfügung stehenden Ressourcen sich je nach Standort unterscheiden und die Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung sowie der Kontrollelemente der Nachhaltigkeit unabhängig voneinander sind, behandeln die Fälle unterschiedliche Abschnitte der Methode. Die Klimaperformanz wurde aufgrund des geringeren Aufwandes ca. doppelt so oft untersucht wie die Kulturperformanz. Dennoch beschäftigen sich 5 Fallstudien mit der Kulturperformanz, was nach Eisenhardt (1989) eine ausreichende Menge an Fällen darstellt. Bei der Auswahl der Anwendungsfälle wurde darauf geachtet, dass möglichst vielen unterschiedlichen Randbedingungen begegnet wird. Insgesamt wurden neun Standorte in sieben Ländern untersucht. Um unterschiedliche Klimaeinflüsse zu berücksichtigen, befinden sich die Standorte in den fünf Hauptklimazonen nach Köppen und Geiger (1939). Des Weiteren wurden Länder mit unterschiedlicher Regierungsform und unterschiedlichem Entwicklungsstand untersucht. Der Human Development Index (HDI) dient dabei als Beurteilungsgrundlage für den Entwicklungsstand eines Landes (UNDP, 2020). Die Wahl der Standorte fiel vorrangig auf Städte, in welchen eine hohe Bauaktivität herrscht. Neben unterschiedlichen Randbedingungen werden unterschiedliche Gebäudetypen berücksichtigt. Die Methode wurde dazu an Wohngebäuden wie auch Bürogebäuden angewandt. Des Weiteren variieren die Gebäude hinsichtlich der Einschätzung ihres Grads an Klima- und Kulturanpassung. Drei der neun Fallstudien unterscheiden dazu zwei Szenarien: die Untersuchung eines Gebäudes mit einem höher eingeschätzten Grad der Klimaanpassung und die eines Gebäudes mit einem als geringer eingeschätzten Grad. Nachfolgende Tabelle 25 gibt einen Überblick und beschreibt die Merkmale der Fallstudien. Neben den untersuchten Aspekten der Methode werden der Gebäudetyp und die geschätzte Klima- und Kulturanpassung angegeben. Zusätzlich listet die Tabelle das Land und die Klimazone nach Köppen und Geiger (1939) sowie den HDI des Landes auf. Das Land wird dabei als zweibuchstabiger Ländercode nach DIN EN ISO 3166-1 (2020) angegeben.

Tabelle 25 Übersicht zu den Anwendungsbeispielen der Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit mit Informationen aus (DIN EN ISO 3166-1, 2020; Köppen & Geiger, 1939; UNDP, 2020)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Klimaperformanz	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓
Kulturperformanz	x	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓
Ökologie	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓
Ökonomie	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓
Soziales	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓
Gebäudetyp ¹	B	W	W	B	W	W	W	W	W
Geschätzte Klima-anpassung ²	↗ und ✓	↗ und ✓	↗ und ✓	-	↗	↗	↗	↗	↗
Geschätzte Kulturanpassung ²	-	-	-	↗ und ✓	↗	↗	↗	↗	↗
Klimazone ³	Cfb	ET	BWh	Cfb&Dfb	Cwb	Cwb	Cfb	Cfb	AW
Land ⁴	DE	NO	US	DE	KE	ET	EC	NO	CU
HDI	0,947	0,957	0,926	0,947	0,601	0,485	0,759	0,957	0,783

¹B=Bürogebäude, W=Wohngebäude; ²↗=hoch, ✓=niedrig

³AW= äquatoriales Klima, winter trocken, BWh=trockenes Wüstenklima, heiß, Cfb=warmgemäßigtes Klima, immerfeucht, sommerwarm, Cwb=warmgemäßigtes Klima, winter trocken, sommerwarm, Dfb=Schneeklima, immerfeucht, sommerwarm, ET=polares Tundrenklima

⁴CU=Kuba, DE=Deutschland, EC=Ecuador, ET=Äthiopien, KE=Kenia, NO=Norwegen, US=Vereinigte Staaten von Amerika

6.2 Untersuchung der Fallbeispiele

Diese Kapitel stellt die einzelnen Fallbeispiele in jeweils einem Unterkapitel vor. Die Reihenfolge orientiert sich dabei an Tabelle 25. Zu Beginn jedes Unterkapitels werden der Untersuchungsschwerpunkt sowie die Randbedingungen erläutert. Anschließend erfolgt eine Beschreibung der Ausführung sowie der Ergebnisse. Abschließend werden die Erkenntnisse aus der Fallstudie dargelegt.

Die Vorgehensweise der Ausführung richtet sich nach den Randbedingungen des Fallbeispiels: Die Datengrundlage sowie die normativen Vorgaben am jeweiligen Standort wurden dabei berücksichtigt.

Um die Klimaperformanz zu bestimmen, wurden thermisch-energetische Gebäudesimulationen mit der Software IDA ICE 4.8 durchgeführt. Anschließend erfolgte die Auswertung der ermittelten Daten zur operativen Innenraumtemperatur mithilfe des in Matlab (Version MathWorks R2020a) implementierten Berechnungsalgorithmus. Besteht das Gebäudemodell aus unterschiedlichen Zonen, wurden Werte für Einzelpermanzen repräsentativer Räume berechnet und anschließend gemittelt, um so die gesamte Klimaperformanz des Gebäudes zu ermitteln. Dabei wurde darauf geachtet, dass neben unterschiedlichen Nutzungseinheiten die unterschiedlichen Himmelsrichtungen berücksichtigt wurden. Die Bestimmung der

Kulturperformanz erfolgte, wie in Kapitel 5.3.2 beschrieben, auf Basis von Umfragen, Interviews und Ortsbegehungen. Um die soziale Komponente der Behaglichkeit zu beurteilen, wurden der thermische Komfort nach dem Modell nach Fanger (1970) und der lufthygienische Komfort, abgebildet durch den CO₂-Gehalt der Raumluft, während der Nutzungsphase simuliert. Zur Bewertung der Ökologie wurden ökologische Kennwerte mithilfe der thermisch-energetischen Simulation sowie mithilfe der Ökobilanzierung bestimmt. Die Ermittlung der ökonomischen Kennwerte zur Beurteilung der ökonomischen Säule der Nachhaltigkeit erfolgte mithilfe der Lebenszykluskostenanalyse.

Anschließend an die Ermittlung der Größen folgt die Bewertung. Die Klima- und Kulturperformanzen wurden, wie in Kapitel 4.3 und 5.4 beschrieben, aufgrund mangelnder Vergleichsdaten auf Basis des Performanz-Ansatzes bewertet. Die Bewertung der Kontrollelemente der Nachhaltigkeit basiert auf dem Vergleich mit Norm- oder Vergleichswerten aus der Literatur. Des Weiteren ermöglicht bei Betrachtung eines klima- bzw. kulturunangepassten sowie -angepassten Modelles der direkte Vergleich der Ergebnisse der unterschiedlichen Gebäudemodelle eine Beurteilung.

6.2.1 Fallbeispiel 1: München, Deutschland

Untersuchungsschwerpunkt und Randbedingungen

Der Fokus des Fallbeispiels 1 liegt auf der Untersuchung der Klimaperformanz. Zudem werden die Kontrollgrößen der Ökologie, Ökonomie sowie des Sozialen bestimmt. Die Kulturperformanz wird in diesem Fall vernachlässigt. Das Beispiel basiert auf den Untersuchungen nach Mayer und Jürgens (2021) sowie Franze (2021).

In diesem Anwendungsfall 1 wird der Typ Bürogebäude betrachtet. Es wurde darauf geachtet, einen Standort mit maximalen klimatischen Anforderungen zu wählen. Da das Klima in Mitteleuropa neben einer ausreichenden Dämmung, Belüftung und Wärmespeicherung zudem einen hinreichenden Strahlen- und Regenschutz erfordert (Gertis, 1977), wurde der Standort München in Deutschland in der Klimazone Cfb (Köppen & Geiger, 1939) gewählt. Der Standort weist mit einem HDI von 0,947 eine „sehr hohe menschliche Entwicklung“ auf (UNDP, 2020).

Wie bereits in Kapitel 6.1 erwähnt, unterscheidet die Untersuchung in zwei Szenarien: neben der Bestimmung der Klimaperformanz eines Gebäudes mit einem als „hoch“ eingeschätzten Grad an Klimaanpassung (klimaangepasst) wird die eines Gebäudes mit einem als „gering“ eingeschätzten Grad (klimaunangepasst) dargelegt. Die Konzeption des klimaunangepassten Gebäudemodells (Modell A) basiert auf einer Literaturrecherche zu Bauweisen und typischen Vertretern des Internationalen Stils. Anhand von Handlungsempfehlungen zum klimaangepassten Bauen und Analysen typischer Vertreter klimaangepasster Bauten aus der Literatur wurde das Modell durch Veränderung der Bauweise an das warm-gemäßigte Klima angepasst (Modell B).

Eine Skelettkonstruktion aus Stahlbetonstützen bildet die Tragstruktur des Modells A. Wie viele Vertreter des internationalen Stils weist das Gebäude eine Ganzglasfassade, gehalten von Stahlprofilen mit zusätzlichem EPS-Dämmkern auf. Das Dach wurde als leichtes Stahldach in Trapezblechkonstruktion konzipiert. Die Innenräume sind durch leichte Metallständer- und, je nach Anforderung durch feuerbeständige Glasinnenwände getrennt. Der Dämmstandard übertrifft mit einem U-Wert von 0,7 W/m²K für die Vorhang-

fassade und mit einem U-Wert von $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ für das Dach die Anforderungen der für den Standort geltenden Gebäudeenergieverordnung (Bundesrepublik Deutschland, 2020). Dieser hohe Dämmstandard wurde zur Überprüfung der Plausibilität mit Systemen aus der Wirtschaft abgeglichen (Schüco Deutschland, 2021). Eine Plausibilität ist gegeben. Ab einer Innenraumlufttemperatur von 25°C verhindern Außenjalousien den Eintrag direkter Sonneneinstrahlung.

Basierend auf Empfehlungen aus der Literatur (Burton, 2014; Hausladen et al., 2012) und Analysen repräsentativer Beispiele klimaangepasster Architektur (Auer et al., 2015; Eberle et al., 2016; Haas & Mayer, 2020) kommt das Modell B den Anforderungen der Klimazone nach, indem der Verglasungsanteil im Vergleich zu Modell A reduziert wurde. Der Fensterflächenanteil der Südfassade wird auf ca. 40% und für alle weiteren Fassaden auf ca. 30% festgelegt. Aufgrund der ausreichenden Unterschiede zwischen Tages- und Nachttemperatur werden wärmespeichernde Bauteile genutzt, um das Innenraumklima positiv zu beeinflussen. Die Decke wird als Stahlbeton-Lehm-Verbund nach Kapfinger et al. (2015) konzipiert. Bei den opaken Fassadenteilen handelt es sich um eine selbsttragende Stampflehmkonstruktion, welche mit einer Zwischendämmung aus 20 cm Holzwole einen U-Wert von $0,155 \text{ W/m}^2\text{K}$ ergibt. Diese orientiert sich an der Außenwandkonstruktion des Alnatura Campus (Auer et al., 2015). Die Innenwände sind mit Lehmplatten beplankt. Die Fenster gleichen der Verglasung aus Modell A. Der Rahmen der Fenster entspricht dem Passivhausstandard. Die Dachkonstruktion orientiert sich am Gebäude „2226“ (Eberle et al., 2016) und soll durch die 0,25 m dicke Betonkonstruktion vor Überhitzung schützen. Der Wärmedurchgangskoeffizient unterscheidet sich nur geringfügig von dem des Modells A.

Die technische Ausstattung der Gebäude umfasst eine Standardlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, aber ohne Kühlfunktion und eine Gastherme in Kombination mit idealen Heiz- und Kühlelementen. Die Zuluft kann erwärmt werden, um kalte Luftströme zu vermeiden, jedoch wird das Gebäude nicht über die Lüftungsanlage beheizt. Modell B nutzt im Sommer die passive Funktionsweise der Wärmespeichermassen durch eine Nachtauskühlung über eine Fensterlüftung. Nachfolgende Abbildung 48 zeigt die Gebäudemodelle.

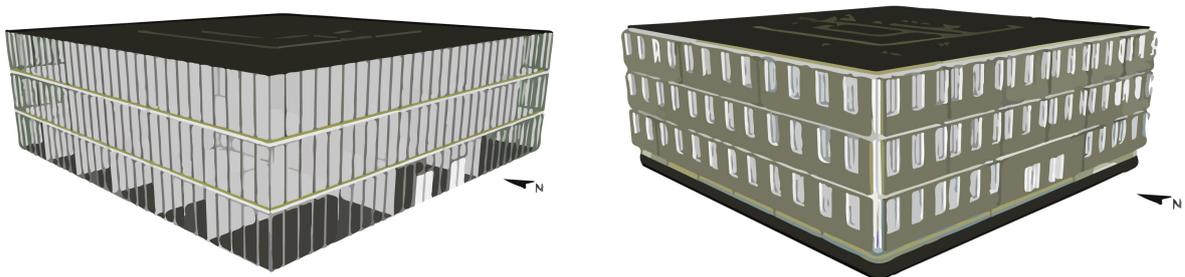


Abbildung 48 Klimaunangepasstes Gebäudemodell A (links) und klimaangepasstes Gebäudemodell B (rechts) am Standort München, Deutschland nach (Mayer & Jürgens, 2021)

Um eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen, sind die Form, Grundfläche, das Gebäudevolumen und die technische Ausstattung beider Modelle identisch. Beide Bürogebäude verfügen über 3 Geschosse mit jeweils einer Raumhöhe von 3 m und einer quadratischen Grundfläche von 900 m^2 sowie einem Betonkern für das Treppenhaus.

Ausführung und Ergebnisse

Um die gesamte Klimaperformanz des Gebäudes zu ermitteln, wurden Werte für Einzelperformanzen repräsentativer Büroräume unterschiedlicher Ausrichtungen berechnet und anschließend gemittelt. Die Lichtleistung wird in der Simulation mit 8 W/m^2 (Grynning et al., 2014) und das Aktivitätsniveau nach DIN EN ISO 7730 (2006) mit 1,2 MET bei einem Bekleidungsgrad von $0,85 \pm 0,25 \text{ clo}$ angesetzt. Entsprechend der Empfehlung nach EQUA Simulation AB (2013) wurde eine Toleranz von 0,2 für Gleichungslösungen und 0,01 für das Einschwingen in der Simulation verwendet. Der Primärenergiebedarf wurde mittels Primärenergiefaktoren nach dem GEG (Bundesrepublik Deutschland, 2020) ermittelt.

Um den grauen Energiebedarf zu quantifizieren, wurde eine Ökobilanz nach DIN EN ISO 14040 (2021) über einen Zeitraum von 50 Jahren erstellt. Dabei wurden die Phasen Herstellung (A1, A3), Transport (A4) und Entsorgung (C2-C4, D) berücksichtigt. Der notwendige Austausch von Komponenten am Ende ihrer Lebensdauer wird in Phase B2 zusammengefasst und findet ebenfalls Berücksichtigung. Die Phasen der aktiven Errichtung sowie des Abbruchs wurden aufgrund unzureichender Daten vernachlässigt. Die zugehörigen Materialdaten stammen aus der Ökobaudat-Datenbank (BMWSB, 2020). Eine Überprüfung der Plausibilität der Ergebnisse erfolgte durch einen Vergleich mit typischen Werten aus der Literatur.

Um die ökonomische Säule der Nachhaltigkeit zu betrachten, wurde in dieser Fallstudie eine Lebenszykluskostenanalyse im engeren Sinne durchgeführt. Neben den Bau-, Betriebs-, Reinigungs-, Pflege- und Instandhaltungskosten werden die Kosten für den Rückbau und die Entsorgung betrachtet. Die Bestimmung und Gliederung der Baukosten orientiert sich dabei an der DIN 276 (2018), die der Nutzungskosten an der DIN 18960 (2020). Die Kostengruppe der Baukonstruktion (KG 300) bilden gemeinsam mit der Kostengruppe der technischen Anlagen (KG 400) die Bauwerkskosten (DIN 276, 2018). Von den Nutzungskosten sind in dieser Lebenszykluskostenanalyse insbesondere die Betriebskosten (NKG 300) und die Instandsetzungskosten (NKG 400) von Relevanz. Die Analyse bezieht sich auf die dritte Ebene, um möglichst präzise Angaben zu machen. Unter externen Kosten werden Kosten verstanden, welche nicht vom Verursacher beglichen werden, sondern auf Dritte oder die Gesellschaft umgelegt werden (König, 2009). Diese sind oftmals weitreichend und schwer eingrenzbar und werden deshalb vernachlässigt. Die Grundflächen und Bruttorauminhalte, welche einer Kostenrechnung zugrunde liegen, wurden nach der DIN 277 (2021) bestimmt. Da verwendete Quellen zur Kostenermittlung teilweise veraltet sind, erfolgt eine Anpassung an das aktuelle Preisniveau. Dazu wird mithilfe der Baupreisindizes die prozentuale Veränderung der Preise bestimmt. Die Baupreisindizes bilden die Entwicklung der jeweiligen Baupreise ab. Die Anpassung an das Jahr 2021 erfolgt mittels der aktuellen Indizes für Büro- und Wohngebäude nach Destatis (2021b). Die verwendeten Quellen sowie die Anpassung über die prozentuale Veränderung kann dem Anhang D1.1 entnommen werden. Des Weiteren erfolgt eine Preisanpassung an den Standort. Dieser beträgt für den Standort München nach dem *SirAdos Baupreishandbuch 2021 Gebäudetechnik* (2021) 1,326. Auch bei den Nutzungskosten wird der Einfluss des Standortes auf die Preise berücksichtigt: Die Gebühren für die Versorgung und Entsorgung von Ressourcen wie Wasser, Gas oder Pellets werden standortbezogen ermittelt. Eine Übersicht der verwendeten Datenquellen je nach Kostenart kann dem Anhang D1.2 entnommen werden. Um die Barwerte der Kostengruppen zu bestimmen, wird eine Preissteigerung von 2% für Bau- und Dienstleistungen sowie für Wasser- und Abwasserkosten und von 5% für Energiepreise angenommen (*Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB): Büro- und*

Verwaltungsgebäude, 2015; DGNB e.V., 2018b). Der Diskontierungszinssatz wird entsprechend dem Umweltbundesamt (*Ökonomische Bewertung von Umweltschäden: Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten*, 2012) bei Betrachtungszeiträumen von mehr als 20 Jahren auf 1,5% festgesetzt. Die angegebenen Lebenszykluskosten werden als Nettokosten angegeben.

Klimaperformanz

Die Anwendung der Methode bestätigt die Einschätzung der Klimaanpassung der Gebäude. Für das Gebäude, dessen Grad an Klimaanpassung höher eingeschätzt wurde, ergibt sich eine Klimaperformanz von 61%. Das Gebäude mit einer geringer eingeschätzten Klimaanpassung weist eine Klimaperformanz von 16% auf. Der Komfortbereich wurde entsprechend den Randbedingungen nach der DIN EN 16798-1 (2022) festgelegt. Betrachtet man die Einzelperformanzen, fällt auf, dass die Büroräume mit südlicher Ausrichtung die besten Werte aufweisen, gefolgt von den Büroräumen mit westlicher Ausrichtung. Die Räumlichkeiten mit nördlicher und östlicher Ausrichtung weisen die geringsten Performanzen auf. Dies ist auf die positive Wirkung der solaren Gewinne auf das Innenraumklima zurückzuführen, welche im Süden und Westen am höchsten sind. Die Berechnung der Übergradstunden zeigt, dass diese mit 27.253 Kh beim klimaunangepassten Gebäude fast doppelt so hoch sind wie beim klimaangepassten Gebäude (15.501 Kh). Interessant ist, dass eine Berechnung der Klimaperformanz auf Basis des Komfortbereichs nach Ansi/Ashrae Standard 55-2020 (2020) zu deutlich besseren Ergebnissen führt. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass der Komfortbereich nach Ansi/Ashrae Standard 55-2020 (2020) insbesondere in den kalten Jahreszeiten einen deutlichen größeren Bereich der operativen Innenraumtemperaturen als komfortabel definiert als die DIN EN 16798-1 (2022). In nachfolgender Tabelle 26 sind die berechneten Werte der Einzelperformanzen nach den jeweiligen Standards dargelegt.

Tabelle 26 Einzelperformanzen repräsentativer Büroräume am Standort München nach dem Komfortbereich der DIN 16798-1 und dem Ashrae Standard 55

Ausrichtung	Klimaunangepasstes Gebäude		Klimaangepasstes Gebäude	
	DIN EN 16798-1	Ashrae Standard 55	DIN EN 16798-1	Ashrae Standard 55
Norden	15%	31%	50%	82%
Osten	15%	31%	66%	95%
Süden	18%	43%	66%	95%
Westen	16%	36%	61%	89%

Soziale Komponente der Nachhaltigkeit

Die Anforderungen an die lufthygienische Behaglichkeit als Teil der sozialen Komponente der Nachhaltigkeit sind während der Nutzungszeit erfüllt. Der Grenzwert von 1.000 ppm wird nicht überschritten, was auf das Belüftungssystem zurückzuführen ist. Da die thermische Behaglichkeit u. a. von der Gebäudeausrichtung beeinflusst wird, wird jeweils ein Büro in jeder Himmelsrichtung analysiert. Der PPD als prozentualer Anteil der vorausgesagten Personenanzahl, die mit dem Umgebungsklima unzufrieden sind und somit als Maß für die thermische Behaglichkeit weist in Modell A einen durchschnittlichen Wert von 8,7% und in Modell B von 5,3% auf. Bei der Glasfassade des Modells A fällt dabei auf, dass die solaren Gewinne im Winter den thermischen Komfort positiv beeinflussen. Aufgrund der fehlenden Speichermassen überschreitet jedoch der PPD 10% und die thermische Behaglichkeit sinkt, sobald keine direkte Strahlung mehr

vorhanden ist. In Modell B ist der Anstieg der Behaglichkeit bei direkter Solarstrahlung im Winter nicht so hoch wie in Modell A, aufgrund der thermischen Speichermassen jedoch langfristiger. Der visuelle Komfort ist laut Berechnung des Tageslichtquotienten in beiden Gebäuden erfüllt. Um eine detaillierte Betrachtung zu ermöglichen, sind neben der Aussicht weitere Aspekte wie die Häufigkeit des Herunterfahrens der Jalousien zu berücksichtigen. Dazu ist eine Bewertung des visuellen Komforts u. a. anhand einer gesonderten Lichtsimulation notwendig, welche im Rahmen dieser Arbeit nicht durchgeführt wird.

Ökologische Komponente der Nachhaltigkeit

Die Untersuchung des Energiebedarfs im Betrieb zeigt, dass im Modell A der Großteil der Energie für die Beheizung des Gebäudes benötigt wird, während die Kühlung eine untergeordnete Rolle spielt. Das Modell B benötigt ebenfalls den Großteil der Energie für die Beheizung des Gebäudes. Aufgrund der passiven Maßnahmen wird keine Kühlenergie benötigt. Eine Prüfung der Plausibilität sowie eine Einordnung der ermittelten Werte erfolgt auf Basis von Daten einer Studie des Institut Wohnen und Umwelt (IWU) (2019). Die Ergebnisse erweisen sich als plausibel. Das Modell A weist einen Endenergiebedarf von 31,7 kWh/m²_{NGF}*a und einen Primärenergiebedarf von 42,7 kWh/m²_{NGF}*a auf und das Modell B einen Endenergiebedarf von 22,4 kWh/m²_{NGF}*a und einen Primärenergiebedarf von 30,7 kWh/m²_{NGF}*a. Nachfolgender Tabelle 27 können die Ergebnisse der Ökobilanz entnommen werden.

Tabelle 27 Graue Energie der Lebenszyklusphasen der Gebäudemodelle A und B nach (Mayer & Jürgens, 2021)

Ökologische Kennwerte		A1-3	A4	B2	C2	C3	C4	D
Modell A	Nicht-erneuerbarer Anteil [kWh/m ² _{NGF} *a]	636,1	3,1	175,3	16,7	14,7	8,9	-137,2
	Erneuerbarer Anteil [kWh/m ² _{NGF} *a]	84,2	0,3	13,1	1,1	3,6	0,8	-10,6
Modell B	Nicht-erneuerbarer Anteil [kWh/m ² _{NGF} *a]	399,8	55,9	78,6	30,9	22,5	1,9	-144,4
	Erneuerbarer Anteil [kWh/m ² _{NGF} *a]	201,1	3,3	124,2	1,9	-66,1	0,3	60,3

A=Herstellung und Errichtung, B=Nutzung, C=Entsorgung, D=Wiederverwertung

Die Glasfassade von Modell A ist mit 488 kWh/m²_{NGF} für 62% der gesamten Energiekosten verantwortlich. Während die Transport- und Entsorgungsphase nahezu vernachlässigbar ist, weist hier die Herstellungsphase (A1, A3) den größten Teil an Primärenergiebedarf auf. Auch bei Modell B zeigt sich der Großteil der Energiekosten in der Bauphase. Der Anteil des Transports (A4) ist aufgrund der höheren Masse durch die Lehmbauweise höher als in Modell A. In der Phase D ergibt sich für beide Modelle ein negativer Wert, was darauf zurückzuführen ist, dass die meisten der verwendeten Baumaterialien recycelt werden können. Vergleicht man die beiden Modelle, ergibt sich für Modell B im Vergleich zu Modell A eine Einsparung an Primärenergie von 648 kWh/m²_{NGF} bzw. 22%. Aufgrund der Glasfassade weist das Modell A ebenfalls einen höheren Anteil an grauer Energie auf als das Modell B. Der ökologische Aspekt ist in beiden Modellen mit einem Gesamt-Primärenergiebedarf unter 100 kWh/m²_{BGFA} positiv zu bewerten (Bollin et al., 2008; LfU, 2008).

Ökonomische Komponente der Nachhaltigkeit

Aus der Lebenszykluskostenanalyse ergeben sich für die Herstellungs-, Nutzungs-, Rückbau- und Entsorgungsphase nachfolgende Werte, welche in Tabelle 28 zu sehen sind. Eine detailliertere Aufschlüsselung der Kosten kann Anhang D1.3 und D1.4 entnommen werden.

Tabelle 28 Lebenszykluskosten für die Bürogebäudemodelle A und B am Standort München nach (Franze, 2021)

Lebenszykluskosten	Durchschnittskosten [€]	
	Modell A	Modell B
Herstellungskosten	4.507.052	5.544.854
Nutzungskosten	10.021.257	7.968.915
Rückbau- und Entsorgungskosten	165.027	229.186
Gesamtkosten	14.693.337	13.918.261

Sowohl bei Modell A als auch bei Modell B übersteigen die Nutzungskosten die Herstellungskosten. Die Herstellungskosten betragen in Modell A 31% der Gesamtkosten und in Modell B 40%. Die Nutzungskosten betragen in Modell A 68% und in Modell B 58% der Gesamtkosten. Die Rückbau- und Entsorgungskosten machen lediglich 1% (Modell A) bzw. 2% (Modell B) der Gesamtkosten aus. Insgesamt zeigt sich, dass das Modell A ca. 5% mehr Kosten verursacht als Modell B.

Da in der Literatur vorrangig relative Werte angegeben sind, werden zur Plausibilitätsprüfung und Bewertung die Lebenszykluskosten im Verhältnis zur Bruttogesamtfläche dargelegt. Die Kosten befinden sich mit 5610 Euro/m²BGF für Modell A bzw. 4800 Euro/m²BGF für Modell B in der nach DGNB e.V. (2018b) angegebenen Spanne zwischen 3661 Euro/m²BGF und 6447 Euro/m²BGF für Bürogebäude mittleren Standards. Somit zeigt sich die Plausibilität der berechneten Werte. Die Ökonomie liegt in einem nach DGNB e.V. (2018b) genannten Bereich, für welchen in einer Zertifizierung Punkte vergeben werden und ist somit positiv zu werten. Tabelle 29 zeigt die Kostenverhältnisse sowie Vergleichswerte.

Tabelle 29 Lebenszykluskosten der Bürogebäudemodelle am Standort München im Verhältnis zur Bruttogesamtfläche, zum Bruttorauminhalt, den Nutzern und der Nutzungsfläche nach (Franze, 2021)

Lebenszykluskosten	Modell A	Modell B	Vergleichswerte nach DGNB
Kosten [€/m ² BGF]	5.610	4.800	3.661 – 6.447

Nachfolgende Tabelle 30 gibt einen Überblick zu den ermittelten Bewertungsgrößen der Modelle A und B. Insgesamt zeigt sich, dass das Modell B nicht nur eine bessere Klimaperformanz aufweist, sondern in den meisten Punkten auch bessere Werte bezüglich der Nachhaltigkeit. Somit ist das Gebäude, welches klimaangepasst geplant wurde, auch nachhaltiger.

Tabelle 30 Bewertungsgrößen der Bürogebäudemodelle am Standort München, Deutschland nach (Franze, 2021; Mayer & Jürgens, 2021)

	KLP	PPD	CO ₂	TLQ	EE ¹	PE ²	GEe ³	GEne ⁴	GK ⁵
	[%]	[%]	[ppm]	[%]	[kWh/m ² _{NGFa}]	[€/m ² _{BGF}]			
Model A	16	8,7	<1.000	8.0	31,7	42,7	717,6	92,5	5.610
Model B	61	5,3	<1.000	2.5	22,4	30,7	445,2	325	4.800

¹Endenergiebedarf; ²Primärenergiebedarf; ³Graue Energie erneuerbar; ⁴Grauer Energie nicht-erneuerbar; ⁵Gesamtkosten

Erkenntnisse

Durch die Anwendung im Fallbeispiel 1 fällt auf, dass in Deutschland i. d. R. eine ausreichende Datengrundlage vorhanden ist. So zeigt sich beispielsweise, dass zu vielen Standorten Klimadaten zur Verfügung stehen. Eine Berücksichtigung des Mikroklimas würde eine Wetteraufzeichnung direkt am Standort voraussetzen. Viele der Handlungsempfehlungen des klimaangepassten Bauens beziehen sich jedoch auf das Mesoklima, sodass die vorhandenen Daten oftmals ausreichend genau sind. Des Weiteren liefern Datenbanken wie die Ökobaudat (BMWSB, 2020) eine Vielzahl an Daten, um die ökologische Qualität von Bauwerken beurteilen zu können. Auch zur Beurteilung der Ökonomie sind ausreichend Informationen verfügbar. Darüber hinaus liefern unterschiedliche Institute und Gesellschaften (Institut für Wohnen und Umwelt, DGNB) statistische Werte als Grundlage für eine Plausibilitätsprüfung. Lediglich Daten zur Beurteilung der Klimaperformanz fehlen, was jedoch auf die Neuentwicklung der Größe zurückzuführen ist. Die Verfügbarkeit einer Vielzahl an digitalen Werkzeugen wie Simulationsprogramme und Excel-Sheets erleichtert die Ermittlung der Kontrollgrößen. Diese Tools sind meist mit Kosten verbunden, sodass eine erleichterte Anwendung der Methode durch Tools mit einem monetären Mehraufwand verbunden ist. Der hohe Entwicklungsstand Deutschlands bietet die nötige Infrastruktur (ausreichende Internetverbindung, Hard- und Software etc.), um die Methode mithilfe digitaler Tools umzusetzen. Insgesamt zeigt sich, dass für die Ermittlung der Klimaperformanz sowie der Kontrollgrößen der Nachhaltigkeit in Deutschland eine ausreichende Datengrundlage sowie Infrastruktur vorhanden ist.

6.2.2 Fallbeispiel 2: Vargo, Norwegen

Untersuchungsschwerpunkt und Randbedingungen

Im Fallbeispiel 2 liegt der Schwerpunkt analog zum Anwendungsfall 1 auf der Untersuchung der Klimaperformanz sowie auf den Kontrollgrößen des Sozialen, der Ökologie und Ökonomie. Eine Untersuchung der Kulturperformanz wird in diesem Beispiel nicht vorgenommen. Der Anwendungsfall 2 basiert auf Untersuchungen nach Rosport (2021), Mayer und Jürgens (2021) sowie Franze (2021).

Um unterschiedliche Gebäudetypen zu untersuchen, wurde im Gegensatz zum Fallbeispiel 1 ein Mehrfamilienhaus und somit ein Wohnhaus untersucht. Auch in diesem Beispiel werden jeweils ein Gebäude untersucht, welches als klimaunangepasst (Modell A) und eines, welches als klimaangepasst (Modell B) eingestuft wird. Des Weiteren wurde darauf geachtet, eine weitere Klimazone nach Köppen und Geiger (1939) zu untersuchen. Die Wahl fiel dabei auf das polare Tundrenklima ET, repräsentiert durch den Standort Vargo in Norwegen. Mit einem HDI von 0,957 weist der Standort ebenfalls eine „sehr hohe menschliche Entwicklung“ auf (UNDP, 2020) Anforderungen aus am Standort geltenden Normen wurden bei der Gebäudekonzeption berücksichtigt.

Analog zum Fallbeispiel 1 basiert die Gebäudekonzeption auf einer Literaturrecherche zu typischen Bauweisen sowie zu exemplarischen Gebäuden mit dem jeweils vermuteten Grad an Klimaanpassung. Das Gebäudemodell A weist einen u-förmigen Grundriss auf. Die Außenwände des Gebäudes bestehen aus Stahlbeton und sind mit einem Wärmedämmverbundsystem (WDVS) gedämmt. Die tragenden Innenwände sind als verputzte Stahlbetonkonstruktion konzipiert. Das Pultdach besteht ebenfalls aus einer Stahlbetonkonstruktion sowie einer Wärmedämmung aus EPS. Auch die lasttragende Schicht der Geschossdecken besteht aus Stahlbeton. Auf der Südseite sind die Wohnungen mit einem vollverglasten

Wintergarten ausgestattet. Zudem ist jeder Raum mit einem Fenster ausgestattet. Da das Innenraumklima im Modell A ausschließlich durch die Technik kontrolliert werden soll, wird hierbei eine Festverglasung gewählt. Innenliegende Jalousien schützen vor direkter Strahlung und somit Blendung. Die Anforderungen an die U-Werte der Bauteile nach dem norwegischen Baugesetzbuch TEK17 sind erfüllt. Lediglich der Fensterflächenanteil von 46% überschreitet den maximal zulässigen von 25%. Diese Abweichung wird toleriert, um ein typisches Gebäude im internationalen Stil abbilden zu können.

Neben einer mechanischen Lüftung wurde ein Heiz- und Kühlsystem im Modell eingebracht. Das Heiz- und Kühlsystem wird über eine Fußbodenheizung/-kühlung abgebildet. Die Wärme wird dabei von einem Pelletkessel mit Pufferspeicher bereitgestellt, der zudem das Brauchwarmwasser erwärmt und das Lüftungsgerät unterstützt. Die zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und Befeuchtung weist einen konstanten Luftvolumenstrom von $2\text{l/s}\cdot\text{m}^2$ und liefert Frischluft mit einer Temperatur von ca. 18°C . Dies entspricht einem typischen Lüftungsgerät in norwegischen Neubauten (Sartori et al., 2018). Die konditionierte Luft wird über Überströmöffnungen zwischen Türsturz und -zarge in den Raum eingebracht (Lenz et al., 2012). Die Ventilatoren werden mit Netzstrom betrieben.

Das Modell B wird, wie es in Norwegen typisch ist, als Holzhaus mit Steildach konzipiert. Die Außenwände werden als Holzständerkonstruktion mit Holzfaserdämmung ausgeführt und weisen einen U-Wert von $0,14\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ auf. Die tragenden Innenwände werden ebenfalls als Holzständerkonstruktion mit Holzfaserkernndämmung und die Zwischendecken als Holzbalkendecken geplant. Um ein günstiges A/V-Verhältnis zu erzielen, wurde ein rechteckiger Grundriss gewählt. Häufig genutzte Räume wurden nach Süden ausgerichtet, sodass die solare Einstrahlung und das Tageslichtangebot maximal genutzt werden können. Um Transmissionswärmeverluste durch die Fensterflächen zu minimieren, wurde ein Fensterflächenanteil von ca. 14% festgesetzt. Die Fenster befinden sich vorrangig auf der Süd- und Westfassade. Der Anteil an der sonnenlichtarmen Nordfassade wurde auf ein Minimum reduziert. Um der typischen Bauweise in Norwegen zu entsprechen sowie in Norwegen produzierte Fenster zu verwenden, wurden Klappfenster mit Dreischeiben-Isolierverglasung gewählt (The Norwegian EPD Foundation, 2015). Das Dachgeschoss wird nicht beheizt und dient der Pufferzone sowie der Unterbringung des Technikraumes. Das Satteldach schützt durch den Dachüberstand die Fassade vor den Niederschlägen. Die Anforderungen aus dem norwegischen Baugesetzbuch (TEK 17, 2017a, 2017b) an die U-Werte sowie den maximalen Fensterflächenanteil sind erfüllt. Lediglich der U-Wert der Fenster übersteigt den geforderten geringfügig.

Der Anforderung nach einer mechanischen Belüftung von Wohnräumen in Norwegen wird ebenfalls nachgekommen. Die Lüftungsanlage wird gleichzeitig zu Heizzwecken genutzt, um so auf eine zusätzliche Installation von wassergeführten Heizkreisläufen verzichten zu können. Das zentrale Lüftungsgerät ist, wie im TEK 17 (2017b) vorgeschrieben, mit einer Wärmerückgewinnung ausgestattet. Es bläst die konditionierte Zuluft nach dem Prinzip der Mischlüftung mit einer Geschwindigkeit von 2 m/s bis 5 m/s in die Räume. Zudem weist es neben einer Feuchterückgewinnung einen Dampfbefeuchter auf. Die Ventilatoren werden mit Strom und das Heizregister aus dem Pufferspeicher bedient, welcher mit Holzpellets befeuert wird. Um Spitzenlasten zu begegnen, wird in jedem Badezimmer zusätzlich ein elektrischer Radiator (Handtuchwärmer) angebracht. Da der Strom in Norwegen fast ausschließlich aus Wasser- und Windkraft gewonnen wird, erfolgt die Beheizung des Gebäudes nahezu vollständig aus regenerativen Energien.

Eine Kühlanlage ist aufgrund der ganzjährig niedrigen Temperaturen nicht notwendig. Ein Übersteigen der komfortablen Innenraumtemperaturen kann durch Schließen von Jalousien oder Fensterlüftung verhindert werden. Nachfolgende Abbildung 49 zeigt die Gebäudemodelle.

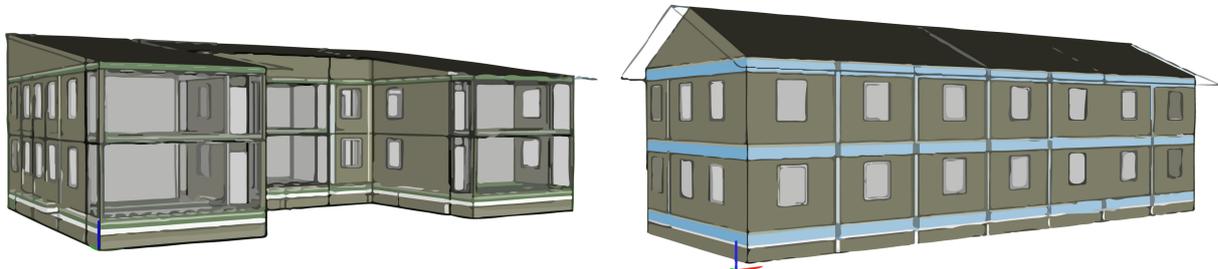


Abbildung 49 Klimaunangepasstes Gebäudemodell A (links) und klimaangepasstes Gebäudemodell B (rechts) am Standort Vargo, Norwegen nach (Rosport, 2021)

Um eine Vergleichbarkeit der Gebäude zu ermöglichen, gleichen sich die Geschossanzahl von 2 Geschossen, die beheizte Grundfläche von 253 m² sowie die lichte Raumhöhe von 2,5 m. Die Treppenhäuser sind jeweils nach Norden ausgerichtet. Beide Modelle weisen keinen Keller auf und sind auf einem Streifenfundament aus Stahlbeton gegründet. Die Innenwandkonstruktion gleicht sich ebenfalls. Diese ist in Holzständerbauweise mit Gipskartonplatten beplankt, konzipiert. Abgesehen von der Verglasung des Wintergartens gleichen sich die Fenstergrößen ebenfalls in beiden Gebäuden. Innenliegende Jalousien schützen vor Blendung durch die tief stehende Sonne. Die Außentreppen, Haus-, Wohnungs- und Innentüren sind in beiden Gebäuden identisch.

Ausführung und Ergebnisse

Da es sich bei Vargo um eine Küstenstadt handelt, wurde das Windprofil in der Simulation auf „Meer“ eingestellt. Der normierte Wärmebrückenwert wird über die alternative Eingabe mit 0,06 W/(K*m² Bodenfläche) angesetzt und hält somit die Vorgabe des TEK17 von maximal 0,07 W/(K*m² Bodenfläche) ein. Die Systemparameter werden entsprechend den IDA ICE-Standardwerte angenommen. Nach Kurnitski (2019) wird ab einem solaren Wärmegewinn von 250 W/m² der integrierte Sonnenschutz aktiviert. Die Regelsollwerte und internen Wärmequellen werden für beide Modelle gleich angesetzt und richten sich nach der DIN EN 16798 (2021). Die Ventilationsrate wurde nach Kurnitski (2019) auf 0,33 l/(s*m²) festgelegt, womit die Anforderungen an eine minimale Luftströmung nach TEK 17 (2017b) eingehalten sind. Die Beleuchtung wird den Jahreszeiten angepasst: In den dunklen Jahreszeiten wird tagsüber eine Beleuchtung von 100% angesetzt und im Sommer das Licht eingeschaltet, wenn das Tageslicht nicht ausreicht. Die Leistung wird nach Kurnitski (2019) mit 9 W/m² angesetzt. Pro Nutzraum wird eine Person analog wie in Fallbeispiel 1 mit einem Aktivitätsgrad von 1,2 met nach DIN EN ISO 7730 (2006) simuliert. Der Bekleidungsgrad wird mit 1,1± 0,25 clo (DIN EN ISO 7730, 2006) jedoch höher angesetzt als in Fallbeispiel 1, da davon auszugehen ist, dass in Vardo die Personen wärmer bekleidet sind.

Die Ökobilanz des Gebäudes wurde mithilfe des Online Tools One Click LCA (2021a) über einen Zeitraum von 75 Jahren erstellt. Dieses stellt die meisten norwegischen Umweltproduktdeklarationen zur Verfügung. Des Weiteren verwendet One Click LCA (2021a) ein Kompensationstool, um ausländische Datensätze auf

einen beliebigen Standort und die Produktbedingungen vor Ort umzurechnen (One Click LCA, 2021b). Die Ökobilanz nach dem One Click LCA (2021a) orientiert sich an den Vorgaben der DIN EN 15978 (2012). Die Wahl der Parameter als Standardwerte für die Materialberechnung kann dem Anhang D2.1 entnommen werden. Die beheizte Brutto-Grundfläche BGF_B dient als funktionelle Einheit. Es wurden generische oder von verschiedenen Herstellern gemittelte Produktdaten verwendet. Sofern norwegische Datensätze für EDPs zur Verfügung standen, wurden diese verwendet. Werden für Materialien in den Lebenszyklusphasen A1 - 4, B4 - 5 und C1 - 4 keine Daten bereitgestellt, wendet One Click LCA (2021a) Szenarien an. Für die Errichtungsphase A5 sowie die Rückbau-/Abrissphase C1 werden Durchschnittsszenarien auf Grundlage bereits bilanzierter Projekte bereitgestellt (One Click LCA, 2021a). Die voraussichtliche Nutzungsdauer der Bauelemente und Materialien wird gemäß den Standardannahmen aus One Click LCA (2021a) angenommen. Mithilfe der voraussichtlichen Nutzungsdauer des Produktes sowie der Lebensdauer des Gebäudes lässt sich die Austauschhäufigkeit bestimmen. Die tragenden Bauteile werden in dieser Ökobilanz nicht ausgetauscht.

Die Lebenszykluskostenanalyse gleicht bezüglich der Randbedingungen jener in Fallbeispiel 1. Der Betrachtungszeitraum erstreckt sich jedoch über 75 Jahre, wie es für Wohngebäude im Gegensatz zu Bürogebäuden üblich ist. Die Grundflächen und Bruttorauminhalte, welche der Kostenrechnung zugrunde liegen, werden ebenfalls nach der DIN 277 (2021) bestimmt. Der Preisanpassungsfaktor für Norwegen beträgt nach der DGNB e.V. (2020) 1,32. Die norwegischen Strompreise richten sich nach Eurostat (2021), die Preise für die Holzpellets nach dem Energiebericht von Tekniske Nyheter AS (2020). In Norwegen dient die beheizte Bruttogrundfläche als Bezugsfläche (TEK 17, 2017b). Die verwendeten Quellen sowie die Anpassung über die prozentuale Veränderung kann dem Anhang D2.2 entnommen werden. Eine Übersicht der verwendeten Datenquellen je nach Kostenart kann ebenfalls dem Anhang D2.3 entnommen werden.

Neben den unter 6.2 beschriebenen Bewertungsmethoden, dienen in diesem Fallbeispiel statistische Vergleichswerte des verwendeten Ökobilanzierungstools One Click LCA (2021a) als Beurteilungsgrundlage.

Klimaperformanz

Auch in diesem Fallbeispiel bestätigt die Bestimmung der Klimaperformanz die Einschätzung der Klimaanpassung der Gebäude. Für das *klimaangepasste* Gebäude (Modell B) ergibt sich hinsichtlich des Komfortbereichs nach Ansi/Ashrae Standard 55-2020 (2020) eine Klimaperformanz von 73%. Die Anzahl der Übertemperaturgradstunden liegt bei 1.162 Kh. Die Klimaperformanz des *unangepassten* Gebäudes (Modell A) beträgt 52% und ist somit geringer als beim „angepassten“ Gebäude. Die Anzahl der Übertemperaturgradstunden liegt hier mit 9.926 Kh deutlich höher als beim *angepassten* Gebäude. Die Anzahl der Untertemperaturgradstunden liegt in beiden Fällen bei 0 Kh, da der Komfortbereich nach Ansi/Ashrae Standard 55-2020 (2020) für kalte Außentemperaturen vergleichsweise geringe Innenraumtemperaturen als komfortabel definiert.

Soziale Komponente der Nachhaltigkeit

Entsprechend dem Fallbeispiel 1 werden die Anforderungen an die lufthygienische Behaglichkeit für beide Gebäude erfüllt. Auch hier kann das Einhalten des Grenzwertes für den CO₂-Gehalt von 1.000 ppm auf

das Belüftungssystem zurückgeführt werden. Um die thermische Behaglichkeit zu untersuchen, werden für jedes Gebäudemodell ein Wohn- und Schlafzimmer am wärmsten und kältesten Tag des Jahres untersucht. In Modell A weist der PPD im Winter einen maximalen Wert von 15% im Wohnzimmer und von 13,2% im Schlafzimmer auf. Da der PMV in den meisten Räumen unter null liegt, werden die Räume als zu kühl empfunden. Im Sommer liegt der PPD maximal bei 5,7% im Wohnzimmer und bei 8,5% im Schlafzimmer. Der PMV liegt abermals unter null. In Modell B ähneln sich die Werte des Wohn- und Schlafzimmers. Der PPD liegt im Winter maximal bei 6% und im Sommer maximal bei 6,7%. Der PMV liegt im Winter knapp unter null, sodass auch hier die Räume eher als kühl empfunden werden. Im Sommer werden die Räume nachts mit einem PMV von -0,05 als geringfügig kühl und tagsüber mit einem PMV von 0,3 als etwas warm empfunden. Insgesamt liegen der PPD und PMV jedoch nahe der optimalen Werte von 5% bzw. 0 (Fanger, 1970). Lediglich im Gebäudemodell A sind zeitweise 15% der Nutzer mit dem Umgebungsklima unzufrieden. Der visuelle Komfort ist in den nördlichen Regionen aufgrund der stark unterschiedlichen Tageslichtsituation zwischen Sommer und Winter mittels einer gesonderten Lichtsimulation zu untersuchen, welche im Rahmen dieser Arbeit nicht durchgeführt wurde. Der Fokus der Klimaanpassung liegt im Rahmen dieser Arbeit, wie bereits mehrfach erläutert, auf der thermischen Behaglichkeit.

Ökologische Komponente der Nachhaltigkeit

Um die ökologische Nachhaltigkeit zu untersuchen, werden in diesem Anwendungsfall neben dem Endenergiebedarf und dem Primärenergiebedarf die Umweltauswirkungen quantifiziert durch das Treibhausgas ermittelt. Zudem wird der geschätzte Materialbedarf angegeben.

Der Endenergiebedarf in der Betriebsphase des Modells A liegt bei $88 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF}(b)} \cdot \text{a}$, der des Modells B bei $39 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF}(b)} \cdot \text{a}$. Beide Werte unterschreiten den nach der TEK 17 (2017b) geforderten Maximalwert von $95 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF}(b)} \cdot \text{a}$. Bei Betrachtung des Primärenergiebedarfs über den gesamten Lebenszyklus fällt auf, dass bei beiden Gebäudemodellen die Phase B6 – Energiebedarf im Betrieb den höchsten Wert aufweist. In Modell A entspricht die Phase B6 85% des gesamten Primärenergiebedarfs, in Modell B 82%. Hinsichtlich des Treibhausgases werden bei Modell A 45% und in Modell B 43% der Emissionen in der Nutzungsphase B6 verursacht. Der Materialbedarf liegt für das Modell A bei $2.266 \text{ kg/m}^2_{\text{BGF}(b)}$ und für Modell B bei $775 \text{ kg/m}^2_{\text{BGF}(b)}$. Ein Vergleich der beiden Modelle zeigt auf, dass Modell A einen deutlich höheren Verbrauch an Primärenergie sowie Treibhausgas aufweist. Der Primärenergiebedarf von Modell A ist um 48% höher als der von Modell B, die Treibhausgasemissionen um 56%. Nachfolgender Tabelle 31 können die Ergebnisse der Ökobilanz entnommen werden.

Tabelle 31 Primärenergiebedarf und Treibhausgas der Lebenszyklusphasen der Gebäudemodelle A und B in Vargo, Norwegen nach (Rosport, 2021)

Ökologische Kennwerte		A1-3	A4	A5	B1-5	B6	B7	C1-4	D
Modell A	Primärenergiebedarf [$\text{kWh/m}^2_{\text{BGF}(b)} \cdot \text{a}$]	21,0	1,4	2,0	14,7	217,9	0,4	2,0	-3,9
	Treibhauspotenzial [$\text{kg CO}_2\text{e}$]	172	9,0	9,1	60,4	217	2,2	10,5	-47,7
Modell B	Primärenergiebedarf [$\text{kWh/m}^2_{\text{BGF}(b)} \cdot \text{a}$]	14,0	0,3	2,0	11,0	108,5	0,4	0,4	-4,6
	Treibhauspotenzial [$\text{kg CO}_2\text{e}$] * 10^3	51,2	1,1	9,3	48,9	89,9	2,2	7,0	-30,1

A=Herstellung und Errichtung, B=Nutzung, C=Entsorgung, D=Wiederverwertung

Neben dem direkten Vergleich der beiden Gebäudemodelle können die ökologischen Werte anhand statistisch ermittelter Vergleichswerte beurteilt werden. Dazu wurden im Tool One Click LCA (2021a) 217 Projektdaten ähnlicher Mehrfamilienhäuser in nordeuropäischen Ländern bzgl. der Treibhausgasemissionen ausgewertet. Der Bedarf des Gebäudemodells A liegt, wie nachfolgende Abbildung 50 veranschaulicht, im Vergleich zu anderen Gebäuden deutlich über dem Durchschnitt. Das Modell B verursacht, wie in Abbildung 51 zu sehen, vergleichsweise wenig Emissionen und ist als sehr gut zu bewerten.

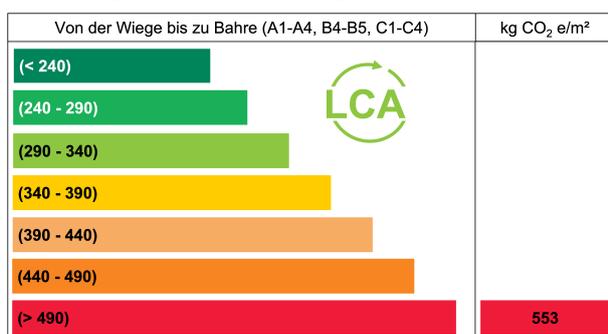


Abbildung 50 Treibhausgasemissionen des Modells A im Vergleich zu anderen Mehrfamiliengebäuden in nordeuropäischen Ländern nach (Rosport, 2021)

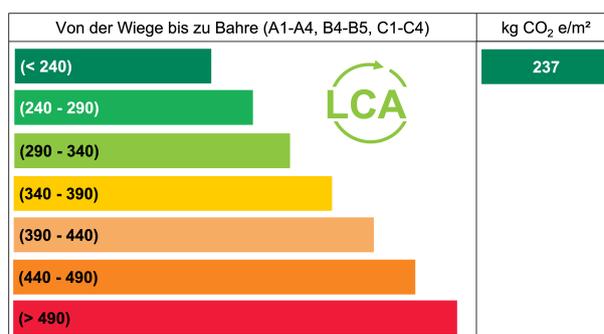


Abbildung 51 Treibhausgasemissionen des Modells B im Vergleich zu anderen Mehrfamiliengebäuden in nordeuropäischen Ländern nach (Rosport, 2021)

Die Plausibilität der Werte wurde mit dem LCA Checker des Tools One Click LCA (2021a) geprüft. Die Plausibilität der Werte wurde angelehnt an das amerikanische Schulsystem mit der Note B bewertet und können somit als plausibel angesehen werden.

Ökonomische Komponente der Nachhaltigkeit

Die Lebenszykluskostenanalyse ergibt für die Herstellungs-, Nutzungs-, Rückbau- und Entsorgungsphase für das Modell A und B nachfolgende Werte, welche in Tabelle 32 einzusehen sind. Eine detailliertere Aufschlüsselung der Kosten kann Anhang D2.4-D2.6 entnommen werden.

Tabelle 32 Lebenszykluskosten für die Gebäudemodelle A und B am Standort Vardo, Norwegen nach (Franze, 2021)

Lebenszykluskosten	Durchschnittskosten [€]	
	Modell A	Modell B
Herstellungskosten	975.435	1.013.149
Nutzungskosten	4.672.995	3.369.077
Rückbau- und Entsorgungskosten	65.259	47.774
Gesamtkosten	5.713.689	4.430.000

Auch in diesem Fallbeispiel übersteigen die Nutzungskosten beider Gebäude die Herstellungskosten deutlich. In Modell A bilden die Herstellungskosten 17% und die Nutzungskosten 82% der Gesamtkosten. In Modell B betragen die Herstellungskosten 23% und die Nutzungskosten 76% der Gesamtkosten. Die Rückbau- und Entsorgungskosten tragen bei beiden Modellen lediglich zu 1% der Kosten bei. Modell A verursacht 22% mehr Kosten als Modell B. Entsprechend dem Fallbeispiel 1 erfolgt in diesem Anwendungsfall die Plausibilitätsprüfung und Bewertung der Ergebnisse mithilfe von Vergleichswerten der

DGNB. Diese werden mithilfe des Preisanpassungsfaktors von 1,32 (DGNB e.V., 2020) an norwegische Verhältnisse angepasst. Da die Vergleichswerte in Kosten pro m² Bruttogrundfläche (BGF) angegeben sind, werden die Kosten der Modelle A und B ebenfalls im Verhältnis zur Bruttogrundfläche dargelegt. Die Kosten befinden sich mit 6.730 Euro/m²BGF für Modell A bzw. 5.305 Euro/m²BGF für Modell B in der nach DGNB e.V. (2018b) angegeben und mithilfe des Korrekturfaktors umgerechneten Spanne zwischen 4.083 Euro/m²BGF und 7.471 Euro/m²BGF für Wohngebäude mit mindestens sechs Wohneinheiten. Beide Gebäudemodelle verfügen über sechs Wohneinheiten. Somit können die Werte als plausibel eingestuft werden. Da für den genannten Bereich in einer Zertifizierung nach DGNB e.V. (2018b) Punkte vergeben werden, sind diese positiv zu werten. Tabelle 33 zeigt die Kosten im Verhältnis zur Bruttogrundfläche sowie die Vergleichswerte.

Tabelle 33 Lebenszykluskosten im Verhältnis zur Bruttogesamtfläche, zum Bruttorauminhalt, den Nutzern und der Nutzungsfläche nach (Franze, 2021)

Lebenszykluskosten	Modell A	Modell B	Vergleichswerte
Kosten [€/m ² BGF]	6.730	5.305	4.083 – 7.471

Die nachfolgende Tabelle 34 fasst die Kontrollwerte der Nachhaltigkeit der Gebäudemodelle A und B zusammen. Auch dieses Beispiel verdeutlicht, dass das klimaangepasste Wohngebäude (Modell B) neben einer besseren Klimaperformanz bessere Werte bezüglich der Nachhaltigkeit aufweist.

Tabelle 34 Bewertungsgrößen der Wohngebäudemodelle A und B am Standort Vargo, Norwegen nach (Franze, 2021; Rosport, 2021)

	KLP [%]	PPD _{max} [%]	CO ₂ [ppm]	EE ¹ [kWh/m ² _{BGF(b)} ·a]	PE ² [kWh/m ² _{BGF(b)} ·a]	THP ³ [kg CO ₂ e/m ²]	GK ⁴ [€/m ² _{BGF}]
Model A	52	15,0	<1.000	88	132	553	6.730
Model B	73	6,7	<1.000	39	255	237	5.305

¹Endenergiebedarf; ²Primärenergiebedarf; ³ Treibhauspotenzial; ⁴Gesamtkosten

Erkenntnisse

In Norwegen zeigt sich ebenfalls, dass eine ausreichende Datengrundlage vorhanden ist. Tools wie das One Click LCA (2021a) erleichtern die Ökobilanzierung und ermöglichen anhand statistischer Daten eine Beurteilung sowie Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse. Auch in Norwegen sind ausreichend Klimadaten vorhanden. Ebenso wie in Deutschland ist lediglich bei Betrachtung des Mikroklimas eine lokale Wetterstation direkt am Standort notwendig. Um die Klimaperformanz zu bestimmen, ist jedoch eine Betrachtung des Mesoklimas und somit die Verwendung von Daten einer nah gelegenen Wetterstation ausreichend. Des Weiteren sind eine Vielzahl an Daten für die Ökobilanz sowie die Lebenszykluskostenanalyse vorhanden. Fehlende Daten können durch Preisanpassungsfaktoren mithilfe deutscher Daten ergänzt werden. Der hohe Entwicklungsstand bietet auch hier die nötige Infrastruktur.

6.2.3 Fallbeispiel 3: Phoenix, Arizona

Untersuchungsschwerpunkt und Randbedingungen

Im Fallbeispiel 3 liegt der Schwerpunkt ebenfalls auf der Klimaperformanz. Zudem werden die Kontrollgrößen der Ökologie sowie des Sozialen bestimmt. Auf eine Betrachtung der Ökonomie wird verzichtet, da die ökonomischen Randbedingungen stark den vorangegangenen Beispielen ähneln, wie u. a. der hohe HDI des Landes von 0,926 (UNDP, 2020) aufzeigt. Die Kulturperformanz wird nicht untersucht. Das Fallbeispiel basiert auf den Untersuchungen nach Paccagnel (2021)

Das Fallbeispiel 3 untersucht abermals ein Wohngebäude. Ergänzend zu den Fallbeispielen 1 und 2 wird eine weitere Klimazone, die trockene Wüstenklimazone BWh nach Köppen und Geiger (1939), repräsentiert durch den Standort Phoenix in Arizona untersucht. Auch hier wird neben einem klimaangepassten Gebäudemodell (Modell A), ein angepasstes (Modell B) betrachtet. Aus Umfragen von Regierungsorganisationen der USA zu bestehenden Wohngebäuden (ASHRAE, 2017; International Code Consul (ICC), 2018a, 2018b; U.S. Census Bureau, 2021) sowie vor Ort gültigen Normen konnten typische Wohngebäude für verschiedene Regionen der USA abgeleitet werden. Da sich Phoenix in der heiß-trockenen Region befindet, werden Daten aus dieser Region verwendet. Das ASHRAE Handbuch (ASHRAE, 2017) liefert Informationen zu den Detailaufbauten. Eine Literaturrecherche zum klimaangepassten Bauen für das heiß-trockene Wüstenklima zeigte, dass der übliche Gebäudetyp in Phoenix laut den Handlungsempfehlungen zur Klimaanpassung klimaunangepasst ist und somit als Gebäudemodell A verwendet werden kann. Unter Beibehaltung der Geometrie (um eine Vergleichbarkeit der Gebäude zu ermöglichen), wird das Modell A auf Basis unterschiedlicher Empfehlungen aus der Literatur (Andric et al., 2020; Baechler et al., 2009; Baniassadi & Sailor, 2018; Foruzanmehr, 2018; Handayani Lubis et al., 2018; Hassan, 2020; Hausladen et al., 2012; Kadr, 2010; Mousli & Semprini, 2019; Szokolay, 2014; Weller et al., 2012) an das Klima in Phoenix angepasst und so das Modell B konzipiert. Anforderungen aus am Standort geltenden Normen wurden bei der Gebäudekonzeption berücksichtigt.

Beim Gebäudemodell A handelt es sich um ein für Phoenix typisches Einfamilienhaus mit einem Vollgeschoss. Das Wohnhaus weist einen rechteckigen Grundriss auf und ist als Holzrahmenbau mit Glasfaserdämmung konzipiert. Die Außenwand weist dabei einen U-Wert von $0,37 \text{ W/m}^2\text{K}$ auf. Die Bodenplatte des Gebäudes besteht aus einer Stahlbetonkonstruktion. Das Gebäude ist nicht unterkellert. Die Innenwände sind ebenfalls in einer Holzrahmenbauweise ausgeführt. Das Holzsparrendach weist eine Neigung von ca. 25° auf und ist mit Glasfaserdämmung gedämmt sowie mit Asphalt-Schindeln nach Shi und Feng (2016) gedeckt. Unter Berücksichtigung der typischen Fensteranzahl sowie der typischen Fenstergrößen ergibt sich der übliche Fensterflächenanteil. Die Fenster entsprechen dabei den am Standort häufig verwendeten Fenstern mit Aluminiumrahmen, 15% Rahmenanteil und 2-fach Verglasung und weisen einen U-Wert von $2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ auf.

Um der Handlungsempfehlung nach einer Bauweise mit hoher thermischer Speichermasse nachzukommen, wird die Außenwand des Modells B als Stampflehmkonstruktion mit einer Schaumglasdämmschicht nach dem Vorbild des Alnatura Campus (Haas & Mayer, 2020) konzipiert. Die Außenwand weist mit $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ einen geringeren U-Wert als die Außenwand in Modell A auf und somit einen besseren Wärmeschutz. Das Dach gleicht von der Grundkonstruktion dem Sparrendach des Modells A. Um die

thermische Speichermasse des Daches zu verbessern, werden anstelle von Glasfaserdämmung Zellulosefasern verwendet, welche eine deutlich höhere Wärmespeicherkapazität aufweisen. Des Weiteren werden Fenster mit verbessertem Wärmeschutz eingeplant. Anstelle der Zweifach-Verglasung werden Fenster mit dreifach Verglasung, gedämmten Holzrahmen und 20% Rahmenanteil verwendet. Diese weisen einen U-Wert von $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ auf. (ASHRAE, 2017) Als Sonnenschutz werden standardmäßige außenliegende Jalousien der Software IDA ICE 4.8 verwendet. Beide Gebäude werden mithilfe eines idealen Heizelements mit einer Effizienz von 0,9 beheizt und einer Luft-Luft-Kühlung mit einer Energy Efficiency Ratio von 3 gekühlt. Dies entspricht einer in Phoenix üblichen Kühlung mittels Klimaanlage und Kühlverteilung über Deckenventilatoren (U.S. Energy Information Administration, 2021). Das 3-D-Modell des klimaangepassten Gebäudes gleicht grafisch dem Modell A und ist in nachfolgender Abbildung 52 dargestellt.

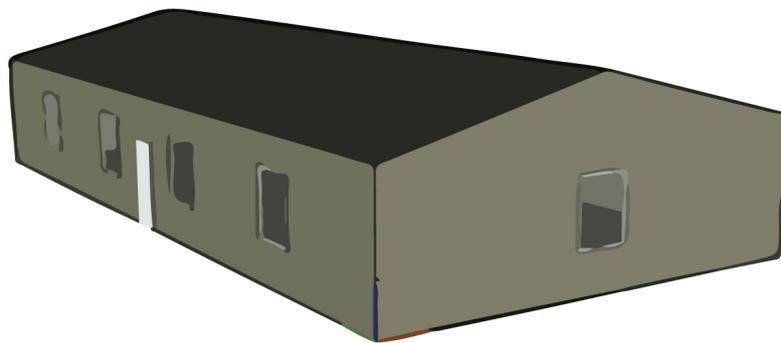


Abbildung 52 Klimaangepasstes und angepasstes Gebäudemodell A und B am Standort Phoenix in Atlanta nach (Paccagnel, 2021)

Um eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen, sind die Grundfläche von 200 m^2 und die Kubatur der Modelle A und B identisch. Beide weisen ein Vollgeschoss und keinen Keller auf. Zudem sind die Bodenplatte und Innenwände der Gebäude identisch. Des Weiteren gleichen sich die Raum-, Fenster- und Türaufteilung sowie -größe.

Ausführung und Ergebnisse

Entsprechend den Anforderungen des International Energy Conservation Code des International Code Consul (ICC) (2018a) werden die Gebäude als Ein-Zonen-Modelle simuliert. Die Randbedingungen werden nach dem International Code Consul (ICC) (2018a) mit einer Luftwechselrate von 5/h sowie einem internen Wärmegewinn von 1.000 W angesetzt. Interne Massen wie die Innenwände und Einrichtungen werden berücksichtigt. Die Berechnung des Endenergiebedarfs erfolgt unter Berücksichtigung der Innenraumtemperatur-Sollwerte von 22°C bis 24°C . Die thermische Behaglichkeit wird ohne mechanische Kühlung bestimmt. Das Windprofil wird entsprechend dem Standort als *urban* eingestellt. Die Energieverluste durch Wärmebrücken und das Verteilungssystem werden in IDA ICE als *typisch* eingestellt. (International Code Consul (ICC), 2018a) Im Modell B wird zusätzlich eine Nachtlüftung simuliert, welche zwischen 22:00 Uhr und 6:00 Uhr die Fenster öffnet, sobald die Innenraumtemperatur 24°C übersteigt und gleichzeitig die Außenlufttemperatur 24°C unterschreitet. Die an den Fenstern des Modells B angebrachte Verschattung wird aktiviert, sobald die eintreffende Einstrahlung mehr als 100 W/m^2 beträgt.

Mögliche Quellen für eine ökologische Betrachtung von Gebäuden in Phoenix (ICC, 2018; U.S. Green Building Council, 2020, 2021) behandeln entweder keine Wohngebäude oder sehen keine Lebenszyklusanalyse von Wohngebäude vor, sodass der Betrachtungszeitraum der Analyse sich an Zertifizierungssystemen für Bürogebäude orientiert und somit auf 60 Jahre festgelegt wurde. Die verwendeten Quellen der ökologischen Bauteil- und Materialdaten können dem Anhang D3 entnommen werden.

Neben den üblichen unter 6.2 beschriebenen Bewertungsmethoden wird, wie es am gewählten Standort des Fallbeispiels üblich ist (International Code Consul (ICC), 2014), eine Bewertung mithilfe eines Referenzgebäudes durchgeführt.

Klimaperformanz

Entsprechend der Fallbeispiele 1 und 2 bestätigt sich ebenfalls in diesem Anwendungsfall die Einschätzung der Klimaanpassung der Gebäude. Das als klimaangepasst eingeschätzte Modell B weist mit 68% eine höhere Klimaperformanz auf als das Modell A mit 57%. Der Komfortbereich wurde entsprechend den Randbedingungen nach dem Ansi/Ashrae Standard 55-2020 (2020) festgelegt. Die Übergradtemperaturstunden des Modells B betragen 32.119 Kh, die des Modells A liegen bei 41.315 Kh. Auch hier zeigt sich, dass eine Berechnung der Performanzen des Modells A (31%) und des Modells B (44%) zu geringeren Ergebnissen führt, wenn der Komfortbereich nach DIN EN 16798-1 (2022) angesetzt wird. Dies ist wie in Fallbeispiel 1 auf den engeren Komfortbereich der DIN EN 16798-1 (2022) im Vergleich zum Ansi/Ashrae Standard 55-2020 (2020) zurückzuführen.

Soziale Komponente der Nachhaltigkeit

Da der CO₂-Gehalt den Grenzwert von 1.000 ppm nicht überschreitet, ist die lufthygienische Behaglichkeit positiv zu bewerten. Die thermische Behaglichkeit wird mithilfe des PPD und PMV bewertet. In Modell A weist der PPD einen Maximalwert von 8,7% auf. Der PMV liegt maximal bei -0,4, was bedeutet, dass die Räume eher als zu kühl empfunden werden. In Modell B beträgt der maximale Wert des PPDs 5,8%. Der PMV schwankt zwischen maximal 0,2 und -0,2. Die Räume werden teilweise als etwas zu warm und teilweise als etwas zu kalt empfunden. Insgesamt liegen sowohl in Modell A als auch in Modell B der PPD und PMV nahe der optimalen Werte von 5% bzw. 0 (Fanger, 1970).

Ökologische Komponente der Nachhaltigkeit

Die ökologische Nachhaltigkeit wird mithilfe des Endenergiebedarfs, des Primärenergiebedarfs sowie des Treibhauspotenzials beurteilt. Des Weiteren wird der Materialbedarf angegeben. Das Modell A weist einen Endenergiebedarf von 93 kWh/m²_{BGF(b)}*a auf, das Modell B von 80 kWh/m²_{BGF(b)}*a. Auch in dieser Fallstudie weist die Phase B6 sowohl in Modell A als auch in Modell B den größten Anteil an Primärenergie auf. In Modell A beträgt die Primärenergie der Phase B6 91% des gesamten Primärenergiebedarfs in Modell B 88%. In der Lebenszyklusphase B6 werden ebenfalls mit 87% in Modell A und 86% in Modell B jeweils der größte Anteil an Treibhauspotenzial verursacht. Der Materialbedarf für Modell A liegt bei 381 kg/m²_{BGF}. In Modell B wird 1567 kg/m²_{BGF} benötigt. Der mehr als vierfach so hohe Materialverbrauch des Modells B im Vergleich zu Modell A kann auf die massive Außenwand aus Lehm zurückgeführt werden, welche einen deutlich höheren Materialverbrauch in kg/m²_{BGF} aufweist als die Holzständerbauweise der Außenwand in

Modell A. Dennoch zeigt ein Vergleich der beiden Modelle, dass das Modell A sowohl einen höheren Primärenergiebedarf (+20%) als auch ein höheres Treibhauspotenzial (+20%) aufweist.

Die Bewertung erfolgt neben dem direkten Vergleich der beiden Modelle mithilfe eines Vergleichs mit einem Referenzgebäude nach dem International Code Consul (ICC) (2014). Zudem wird als Bewertungsmaßstab der Energy Rating Index (ERI) nach dem International Code Consul (ICC) (2014) herangezogen. Der Endenergiebedarf von 80 kWh/m²_{BGF} des Modells B unterschreitet den Endenergiebedarf des Referenzgebäudes von 90 kWh/m²_{BGF}. Das Modell A überschreitet den Referenzwert mit 93 kWh/m²_{BGF} um 3 kWh/m²_{BGF}. Der Grenzwert des Energy Rating Index (ERI) ergibt sich in Phoenix zu 64 (City of Phoenix Planning and Development Department, 2018). Wohngebäude müssen demnach einen ERI von 64 oder kleiner aufweisen. Das Modell A überschreitet mit einem ERI von 107 den Wert, das Gebäudemodell B unterschreitet mit einem Wert von 60 die Vorgabe. Eine Plausibilitätsprüfung des Modells erfolgte anhand eines Vergleichs mit den Ergebnissen nach Baniassadi und Sailor (2018), welche ein vergleichbares Wohngebäude mit ebenfalls einer Grundfläche von 200 m² am Standort Phoenix untersuchten. Der Jahreskühlenergiebedarf unterschreitet, den in dieser Arbeit ermittelten, was jedoch auf den geringeren g-Wert und eine geringere Infiltrationsrate zurückgeführt werden kann. Der Vergleich bestätigt die Plausibilität der Ergebnisse. Tabelle 35 zeigt die Ergebnisse, welche der Ökobilanz entnommen werden können.

Tabelle 35 Primärenergiebedarf und Treibhausgas der Lebenszyklusphasen der Gebäudemodelle A und B in Phoenix, USA nach (Paccagnel, 2021)

	Ökologische Kennwerte	A1-A3	B2	B6	C3	C4
Modell A	Primärenergiebedarf nicht-erneuerbar [kWh/m ² _{NGF} *a]	8,3	3,6	133,1	0,1	0,4
	Primärenergiebedarf erneuerbar [kWh/m ² _{NGF} *a]	1,4	1,2	14,6	0,01	0,05
	Treibhauspotenzial [kg CO ₂ e] *10 ³	40,9	7,7	354	0,21	6,6
Modell B	Primärenergiebedarf nicht-erneuerbar [kWh/m ² _{NGF} *a]	8,0	2,6	107,6	0,4	1,2
	Primärenergiebedarf erneuerbar [kWh/m ² _{NGF} *a]	2,0	0,8	9,0	0,03	0,2
	Treibhauspotenzial [kg CO ₂ e] *10 ³	35,3	4,2	281	0,83	7,1

A=Herstellung und Errichtung, B=Nutzung, C=Entsorgung, D=Wiederverwertung

Nachfolgende Tabelle 36 gibt einen Überblick zu den ermittelten Bewertungsgrößen der Gebäudemodelle A und B in Phoenix. Auch dieses Fallbeispiel verdeutlicht, dass das klimaangepasste Gebäudemodell neben einer besseren Klimaperformanz bessere Werte der Nachhaltigkeit aufzeigt.

Tabelle 36 Bewertungsgrößen der Wohngebäudemodelle A und B am Standort Phoenix, USA nach (Paccagnel, 2021)

	KLP [%]	PPD _{max} [%]	CO ₂ [ppm]	EE ¹ [kWh/m ² _{BGF(b)} ·a]	PEe ² [kWh/m ² _{BGF(b)} ·a]	PEne ³ [kWh/m ² _{BGF(b)} ·a]	ERI ⁴ [-]
Model A	57	8,7	<1.000	93	145,5	17,3	107
Model B	68	5,8	<1.000	80	119,8	12,0	60
Referenzgebäude		-	-	90	-	-	64

¹Endenergiebedarf; ²Primärenergiebedarf erneuerbar; ³Primärenergiebedarf nicht-erneuerbar; ⁴Energy Rating Index

Erkenntnisse

Das Fallbeispiel 3 in Phoenix, USA zeigt, dass auch in den USA ausreichend Daten zur Ermittlung der Klimaperformanz vorhanden sind. Die zur Verfügung stehenden Wetterdaten sind ausreichend für eine Bestimmung der Klimaperformanz.

Die Ermittlung der Kontrollgrößen des Sozialen sind ebenfalls vorrangig vom Vorhandensein ausreichend genauer Wetterdaten abhängig. Für die ökologischen Kennwerte ist ebenfalls eine ausreichende Datengrundlage vorhanden. Regionale Normen und Standards unterstützen die Einordnung der Werte. Eine Ermittlung der Klimaperformanz sowie eine Ermittlung und Bewertung der Kontrollwerte der Nachhaltigkeit ist in Phoenix und an vergleichbaren Orten der USA umsetzbar.

6.2.4 Fallbeispiel 4: München und Hamburg, Deutschland

Untersuchungsschwerpunkt und Randbedingungen

Im Fallbeispiel 4 wird ausschließlich die Kulturperformanz behandelt. Das Beispiel basiert auf den Untersuchungen nach Reimers (2021). Dabei wird der Typ Bürogebäude an zwei Standorten in Deutschland untersucht. Ähnlich wie in den vorangegangenen Fallbeispielen wird in zwei Szenarien unterschieden: Es wird ein Gebäude untersucht, welches als *kulturangepasst* (Modell B) und ein Gebäude, welches als *kulturunangepasst* (Modell A) eingestuft wird. Um die Regionalität der Baukultur zu berücksichtigen, wurden die Standorte München (Modell A) und Hamburg (Modell B) gewählt. Beide Standorte befinden sich in Deutschland und weisen mit einem HDI von 0,947 eine „sehr hohe menschliche Entwicklung“ auf (UNDP, 2020).

Das Modell A in München basiert auf dem Modell A aus Fallbeispiel 1 nach Mayer und Jürgens (2021) und befindet sich in der Maxvorstadt in München. Die genaue Beschreibung des Gebäudemodells kann dem Fallbeispiel 1 in Kapitel 6.2.1 entnommen werden. Da es sich bei dem Gebäudekonzept um einen Entwurf im internationalen Stil handelt und somit keine regionalspezifischen Einflüsse berücksichtigt werden, wird das Gebäude als *kulturunangepasst* eingestuft.

Als Gebäudemodell B wird ein realer Entwurf aus der Praxis verwendet. Das Gebäude befindet sich zum Zeitpunkt der Untersuchung in der Errichtungsphase und soll 2022 fertiggestellt werden. Der Standort befindet sich in der Hafencity Hamburgs. In den Obergeschossen des Gebäudes ist eine Büronutzung vorgesehen. Im Erdgeschoss soll ein Dokumentationszentrum zum Andenken des ehemaligen Hannoverschen Bahnhofs in Hamburg seinen Platz finden. Die Konstruktion des Gebäudes besteht aus

einer Stahlbetonskelettstruktur mit einer Lochfassade aus Klinkersteinen. Als gestalterisches Mittel dienen herausragende Binderköpfe. Zudem hebt sich das Erdgeschoss farblich vom Obergeschoss ab, indem es mit weiß glasierten Klinkersteinen verkleidet wird. Die Treppenkern- und Brandwände übernehmen die Tragfunktion, sodass neben einer offenen Flurzone die Gestaltung eines flexiblen Grundrisses ermöglicht wird. Der Deckenbereich heizt und kühlt die Innenräume mittels einer Betonkernaktivierung. In den Flurzonen soll die akustische Behaglichkeit durch eine Filz-akustikdecke gesteigert werden. Das Flachdach soll eine extensive Begrünung aufweisen. (Wandel Lorch Götze Wach GmbH, 2015, 2021) Da der Entwurf einen Wettbewerb gewonnen hat und das zugehörige Architekturbüro mehrfach für die Arbeit im Bereich Baukultur und Denkmalschutz ausgezeichnet wurde, wird das Gebäudemodell als *kulturangepasst* eingestuft. Anforderungen aus am Standort geltenden Normen wurden bei der Gebäudekonzeption beider Modelle berücksichtigt. Nachfolgende Abbildung 53 zeigt das geplante Gebäude.



Abbildung 53 Visualisierung des untersuchten Gebäudemodells in Hamburg, Deutschland nach (Wandel Lorch Götze Wach GmbH, 2015)

Ausführung und Ergebnisse

Die Ermittlung der Kulturperformanz erfolgt wie in der Methode in Kapitel 5.3.2 beschrieben in vier Schritten. Zu Beginn werden mithilfe von Literaturrecherchen und Ortsbegehungen anhand einer Checkliste baukulturelle Einflüsse am jeweiligen Standort ermittelt. Die Analyse erfolgt spezifisch für die jeweiligen Standorte.

Mithilfe des paarweisen Vergleichs erfolgt die Priorisierung der baukulturellen Einflüsse. Dazu wurden eine Umfrage sowie Experteninterviews durchgeführt. Um einen nutzerzentrierten Ansatz zu verfolgen und die Bedürfnisse der Nutzer am Standort zu berücksichtigen, erfolgte die Umfrage unter Nutzern von Bürogebäuden in der Maxvorstadt Münchens sowie der Hafencity Hamburgs. Dazu wurde die Umfrage an Mitarbeiter unterschiedlicher Unternehmen geschickt. Diese Personengruppe nutzt die Gebäude im Alltag und kann sich mit den Gebäuden identifizieren. Die Unternehmen, welchen die Umfrage zugeschickt wurde,

können dem Anhang D4.1 entnommen werden. Die Umfrage erfolgte digital mithilfe der Software EFS Survey von Unipark (Tivian XI GmbH, 2021) und wurde den Unternehmen per E-Mail zugesandt. Die Teilnahme wurde über einen Zeitraum von zwei Wochen ermöglicht. Neben der Abfrage der Priorisierung der baukulturellen Kriterien wurden demografische Fragen zum Alter und Geschlecht gestellt, um die Repräsentativität der Umfrage beurteilen zu können. Die Expertenbefragung wurde jeweils in einem Ingenieur- und Architekturbüro mit Bürostandort in München bzw. Hamburg durchgeführt. Bei einer geringen Teilnehmeranzahl wird dennoch aufgrund des Expertenstatus ein repräsentatives Ergebnis erzielt.

Anschließend an die Priorisierung werden die Ausprägungen der baukulturellen Kriterien der Gebäude bestimmt. Die Ausprägung wird dabei unterschieden in „vollumfänglich“, „teilweise“ oder „nicht berücksichtigt“ und jeweils einem Zahlenwert von 0 bis 2 zugeordnet. 2 Punkte entsprechen dabei der vollumfänglichen Berücksichtigung des kulturellen Aspektes, 1 Punkt der teilweisen Berücksichtigung und 0 Punkte dem Nicht-Berücksichtigen. Die Bestimmung der Ausprägung erfolgt in dieser Fallstudie durch die Anwenderin der Methode. Um festzustellen, inwieweit die Kriterien berücksichtigt wurden, erfolgte die Untersuchung der Planunterlagen und Baubeschreibungen der Bürogebäude. Zudem wurden die Eindrücke und Erkenntnisse der Literaturrecherche und Ortsbegehungen herangezogen.

Auf Basis der Ausprägung und der Priorisierung der baukulturellen Aspekte wird abschließend die Kulturperformanz durch die Anwenderin anhand der Methode aus Kapitel 5.3.2. bestimmt.

Eine Bewertung der Kulturperformanz erfolgt auf Basis des Performanz-Ansatzes. Ein Vergleich der Gebäude untereinander wird als nicht sinnvoll erachtet, da die Gebäude sich hinsichtlich ihres Standortes unterscheiden. Wie bereits in Kapitel 4.3 erwähnt, fehlt die Datengrundlage, um das Ergebnis mit weiteren Kulturperformanzen ähnlicher Gebäude am gleichen Standort vergleichen zu können.

Die Analyse des Standorts München bezieht sich auf den Stadtbezirk „Maxvorstadt“, in welcher das fiktive Gebäude geplant wird. Die Maxvorstadt entstand im Rahmen einer Stadterweiterung um 1810 nach einem Generalplan des Architekten Friedrich Ludwig von Sckell und wurde nach König Max I. Joseph benannt. (Albrecht & Höppl, 2016; Bernstein, 2011) Das Stadtviertel ist aufgrund der Vorliebe des Kronprinzen Ludwigs durch den architektonischen Stil der Renaissance und Antike geprägt, insbesondere in der Ludwigsstraße und am Königsplatz (Bernstein, 2011). Es sind jedoch viele weitere architektonische Stile wie Gebäude aus dem Barock und Neubarock, aus der Gründerzeit, Postmoderne und Moderne (z. B. Pinakothek der Moderne, Hochschule für Film und Fernsehen) zu finden. (MünchenArchitektur, 2021) Viele Gebäude in der Maxvorstadt stehen unter Denkmalschutz und liegen somit im Interesse der Öffentlichkeit. Die Maxvorstadt weist eine Vielzahl an gestalterischen Elementen der jeweiligen architektonischen Epochen auf, wie beispielsweise Stuckelemente, verzierte Geländer oder Eingangsportale, welche exemplarisch in Abbildung 54 zu sehen sind.



Abbildung 54 Typische gestalterische Elemente der Architektur in der Maxvorstadt

Der Städtebau der Maxvorstadt zeigt gemäß dem Stadtentwicklungsplan des Architekten Friedrich Ludwig von Sckell ein regelmäßiges, rasterartiges Straßensystem mit öffentlichen Plätzen und freien Flächen, das einen Ausgleich zur dicht bebauten, verwinkelten Altstadt bilden sollte. Die Gebäude ordnen sich als Blockbauweise oder Blockrandbebauung um einen Innenhof mit kleinen Grünanlagen oder Fahrradstellplätzen an. (Albrecht & Höppl, 2016) Die Gebäudehüllen sind überwiegend als Putz- und/oder Natursteinfassaden in Massivbauweise (Lochfassade) ausgeführt. Vereinzelt existieren Fassaden in Pfosten-Riegel-Konstruktionen. Natursteinelemente findet man vorrangig im Erdgeschoss oder bei historischen Gebäuden wie der Technischen Universität oder den Gebäuden der Ludwigsstraße. Jüngere Gebäude wie die Pinakothek der Moderne ergänzen Sichtbeton als Baustoff der Maxvorstadt. Einzelne Fassaden sind aus roten oder grauen Backsteinen. Zöls (2015) untersuchte in seiner Diplomarbeit die Maxvorstadt aus Sicht des Museumsquartiers und erstellte dabei die in nachfolgender Abbildung 55 dargestellte Materialcollage. Neben hellen Wasserstrichziegeln sind hier Baubronze, eine verputzte Wand, Eichenholz und Sichtbeton zu sehen. Nach Zöls (2015) harmonisieren diese Baustoffe im Stadtquartier mit der Umgebung.

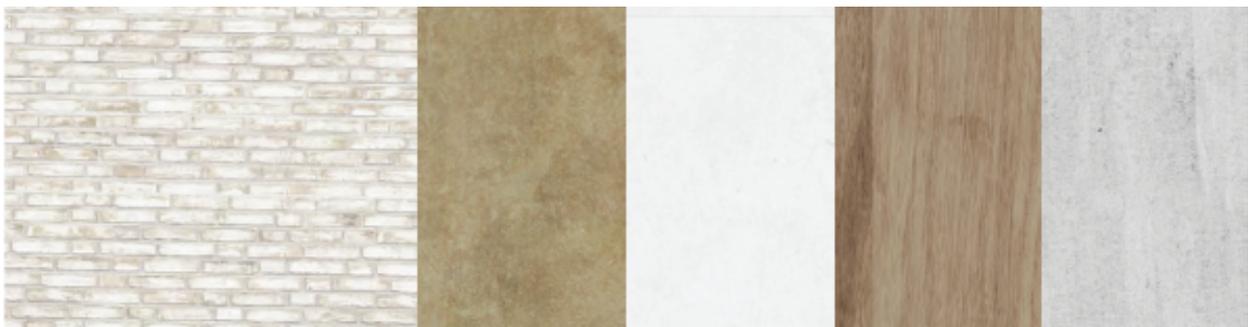


Abbildung 55 Materialcollage zum Architekturschaulager in der Maxvorstadt (Zöls, 2015)

Das Stadtviertel weist überwiegend Steildächer mit Dachflächenfenstern oder Gauben sowie vereinzelt auch Flachdächer auf. Die Dachhaut besteht meist aus roten Ziegelsteinen, Kupferblechen oder Zinkblechen. Die Nutzung des Stadtbezirks ist mit Wohnen, Arbeiten, Einzelhandel, Tourismus, Kultur und Bildung gemischt. Der Stadtbezirk zeichnet sich insbesondere durch seine Universitäten, Hochschulen und Museen aus. Am Standort München gilt die Bayerische Bauordnung (2021). Zudem sind die Anforderungen der Verordnung über Arbeitsstätten (2020) zu berücksichtigen. Die Technischen Regeln für Arbeitsstätten (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2021) konkretisieren die Arbeitsstättenverordnung, sind jedoch nicht rechtlich bindend.

Die Analyse der baukulturellen Einflüsse fokussiert sich am Standort Hamburg auf die Hafencity. Die Hafencity ist in Europa das größte innerstädtische Stadtentwicklungsprogramm. Im Rahmen eines Masterplans wurde festgelegt, dass für die einzelnen Gebäude Architekturwettbewerbe durchgeführt werden. Die Hafencity ist von kleinen Blockrandbebauungen und einem sich dadurch ergebenden feinmaschigen Wegenetz geprägt und unterteilt sich in Quartiere. Das Beispielobjekt liegt im Quartier „Am Lohsepark“. Bestehende Gebäude sind als Blockbebauung mit Innenhof angelegt. Das Areal weist mit Arbeit, Wohnen, Bildung, Freizeit und Einzelhandel eine Mischnutzung auf. (Hafencity, 2021) In der Hafencity soll das architektonisch-historisch wertvolle Erbe der Backsteinbauten aufgegriffen werden (*Backstein im Kontext: Qualitätssicherung, energetische Modernisierung, Detail Quartier Stadtbild*, 2019). Meist findet man massive Bauweisen und Lochfassaden vor. Die Erdgeschosse sind häufig höher, sodass eine öffentliche Nutzung begünstigt wird. Städtebaulicher Maßstab soll nach der GHS Gesellschaft für Hafen und Standortentwicklung bmH (2002) die Identität der Innen- sowie der Speicherstadt sein. In den roten Klinkerfassaden der Speicherstadt sind Verzierungen durch Vor- und Rücksprünge der Klinkersteine zu finden. Elemente wie Lisenen, Friesen, Mauerwerksbänder, -reliefs, -gesimse und -ornamente verdeutlichen das handwerkliche Geschick des Klinkerbaus. (Josef Löcken GmbH & Co, 2021) Als weiteres Gestaltungsmerkmal sind die verzierten Metallgeländer zu nennen. Die Hafencity soll sich an den roten Backsteinfassaden sowie den dunklen Fensterfarben und grünen Kupferdächern orientieren (vgl. Abbildung 56)



Abbildung 56 Historische gestalterische Elemente der Architektur in der Hafencity Hamburgs (Reimers, 2021)

Des Weiteren findet man in der Speicherstadt häufig alte Lastenkräne oder Ähnliches vor, was an die alte Hafenwirtschaft erinnert. Diese historischen Elemente sind ebenfalls in der Hafencity anzutreffen, vorrangig jedoch an öffentlichen Plätzen. Die Gebäude orientieren sich mit fünf bis sieben Geschossen an das ungeschriebene Gesetz, dass kein Gebäude der Innenstadt höher als der Kirchturm „Michel“ sein darf (Rebaschus, 2010). Weiter zu berücksichtigen ist der Hochwasserschutz im Erdgeschoss. Gebäude, die nicht 8,30 m über NN liegen, bedürfen zudem eines oberirdischen Flutschutzes. Die Dächer der Hafencity sind als Flachdächer ausgeführt und werden i. d. R. als Gründach, solaraktive Fläche und/oder Dachterrasse genutzt. (*Umweltzeichen Hafencity: Nachhaltiges Bauen in der Hafencity*, 2017)

Neben der Hamburgischen Bauordnung (HBauO) (Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen Hamburg, 2018) sind auch hier die Mindestanforderungen der Arbeitsstättenverordnung (Verordnung über Arbeitsstätten, 2020) zu berücksichtigen.

Die Analyse der typischen Bürostrukturen hat gezeigt, dass diese sich in München und Hamburg überwiegend gleichen. Bei der Gestaltung der Büroräume in Deutschland zeigt sich, dass der Mensch im Fokus steht. Zudem hat die aktuelle Pandemie erheblichen Einfluss auf die Bürostrukturen. Seit 2020 hat sich das Homeoffice als neuer Arbeitsplatz etabliert. Flexible Raumstrukturen sollen sich den wandelnden Anforderungen anpassen. Dies wird meist mit mobilen Wänden sowie Leichtbauweisen umgesetzt. Hohlraumssysteme in den Fußböden oder abgehängte Decken ermöglichen das flexible Verbauen der benötigten Technik. Feststehende Elemente befinden sich meist neben Aufzug- und Treppenräumen, Küchen und Toilettenanlagen sowie Räume für Technik- und Abstellflächen. Diese Kernelemente werden häufig mittig angeordnet, sodass die Büroflächen an der Fassade angeordnet werden können und mit ausreichend Tageslicht versorgt sind. Die Grundrissplanung sollte die Anforderungen der Arbeitsschutzrichtlinien sowie eine Bedarfsplanung berücksichtigen, um den Bedürfnissen der Arbeitnehmer gerecht zu werden. Laut Neufert und Neufert (2018) sollten 20% der Fläche für Kleinräume für die Leitung, Besprechungsräume oder das Sekretariat und 80% der Fläche für Gruppenräume für fünf bis 16 Personen genutzt werden. Oftmals gibt es einen Empfang und ein Büro für den Geschäftsführer. Die Mitarbeiter arbeiten in Einzel-, Gruppen- oder Großraumbüros, welche mittels Trennwänden von der Flurzone abgetrennt sind. Großraumbüros sind teilweise ohne Trennwände neben der Flurzone angeordnet. (2016) Um eine ruhige Arbeitsatmosphäre zu schaffen, werden hier i. d. R. akustische Vorkehrungen getroffen. In mittelständischen Unternehmen setzen sich meist bewährte Konzepte wie Einzel- und Gruppenbüros durch. Zudem sollten soziale Räume Plätze der Zusammenkunft bieten. Diese sind meist mit Sitzgelegenheiten oder Ähnlichem ausgestattet. Religiöse oder spirituelle Elemente findet man in der Regel nicht vor. In Bayern ist jedoch seit 2020 das Anbringen eines Kreuzes am Eingang von bayerischen Behörden verpflichtend (Bayerische Staatsregierung, 2020). Häufig findet man Grün- und Wasserpflanzen vor, welche das Raumklima positiv beeinflussen. Begrünte Wände können beispielsweise die Luftqualität sowie die Akustik begünstigen. (Homify, 2021) Laut Blaumann et al. (2022) kann sich die Farbgestaltung positiv auf das Wohlbefinden der Büronutzer auswirken. Insbesondere den Farben Rot, Blau und Grün wird eine produktivitätssteigernde Wirkung zugeschrieben (Blaumann et al., 2022). Laut dem Global Report zum Thema Arbeitsplatzentwicklung (Steelcase Inc., 2021) ist ein Trend zu Bürobereichen unterschiedlicher Nutzung zu erkennen wie persönliche Bereiche, Bereiche der Zusammenarbeit, soziale Bereiche und Lernbereiche.

Zudem werden Arbeitsplätze flexibler gestaltet. Durch Modelle wie Desksharing wird der Platzbedarf reduziert. Die Pandemie beeinflusst die künftigen Bürostrukturen, sodass Arbeitsplätze darauf ausgerichtet werden, Krankheitsübertragungen zu verhindern. Mögliche Ansätze sind neben einem erhöhten Lüftungsbedarf leicht zu reinigende Materialien und andere Tischverteilungen. (Steelcase Inc., 2021) Zudem sollten sich digitale und analoge Elemente ideal ergänzen, um eine Zusammenarbeit mit dem Gegenüber und auf Distanz im Homeoffice zu ermöglichen. Arbeitsbereiche und die Technik für Videomeetings werden dazu eingerichtet, sodass Mitarbeiter sich ungestört unterhalten können, ohne die restliche Belegschaft zu stören. Generelle Vorgaben zum Innenraumklima sowie zur Lichtgestaltung sind den Arbeitsstättenverordnungen zu entnehmen. Des Weiteren hängt die Lichtgestaltung von der europäischen Norm DIN EN 12464-1 (2021) und den Technischen Regeln für Arbeitsstätten (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2021) ab. Ausreichend Tageslicht und eine Sichtverbindung nach außen sind neben der Helligkeit bei künstlichem Licht in den Standards vorgegeben und somit in Deutschland verpflichtend. Ein Blendschutz schützt i. d. R. vor direkter Sonneneinstrahlung. Des Weiteren werden Vorgaben zur Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftqualität und Luftbewegung gemacht. Der Frischluftbedarf hängt dabei von der körperlichen Beanspruchung, den Konzentrationserfordernissen und der Personenanzahl im Raum ab (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2021). Prinzipiell sollte darauf geachtet werden, dass sich Fenster zum Stoßlüften voll öffnen lassen. Übersteigen die Innenraumtemperaturen im Sommer 25°C, ist der Arbeitgeber verpflichtet, Maßnahmen zu ergreifen. Eine Installation einer Klimaanlage ist jedoch laut der Verordnung über Arbeitsstätten (2020) nicht verpflichtend. Hinsichtlich der Gebäudeausstattung gibt es bestimmte Vorgaben, welche Gesundheit, Leben und Eigentum schützen sollen. Systeme wie Brand- und Rauchmeldesysteme, Zutrittskontrollsysteme oder Maßnahmen gegen Cyberkriminalität sollen die Gebäudesicherheit gewährleisten. Inzwischen findet man auch Smart Office Elemente in modernen Büros. Hier lassen sich oftmals das Licht, die Heizthermostate, Rollläden oder Ähnliches über Sprachassistenten oder Apps steuern. Eine Übersicht der Ergebnisse der Analyse beider Standorte kann dem Anhang D4.2 und D4.3 entnommen werden.

Um die baukulturellen Aspekte zu priorisieren, wurde in Umfragen und Experteninterviews jeweils ein paarweiser Vergleich durchgeführt. Die Tabelle, die in der Analyse ermittelten, baukulturellen Aspekte für die beiden Standorte München und Hamburg, welche jeweils im paarweisen Vergleich gegenübergestellt wurden, kann dem Anhang D4.4 entnommen werden. Es zeigte sich, dass die Nutzerbefragung zu keinen repräsentativen Ergebnissen führt. Am Standort Hamburg haben zwei Teilnehmer die Umfrage durchgeführt und beendet, in München haben vier Teilnehmer die Umfrage begonnen und davon zwei Teilnehmer die Umfrage beendet. Aufgrund der geringen Teilnehmeranzahl können keine Ergebnisse abgeleitet werden. Bei der Expertenbefragung nahmen am Standort Hamburg acht und in München vier Architekten und Ingenieure teil. Aufgrund des Expertenstatus der Befragten sind die Ergebnisse bei dieser Teilnehmeranzahl als aussagekräftig einzustufen. Aufgrund unterschiedlicher Umfrageteilnehmer und somit unterschiedlicher Umfrageergebnisse müssen Mittelwerte gebildet werden. Um ein differenziertes Ergebnis zu erhalten, werden die Ergebnisse auf zwei Nachkommastellen gerundet. Die Auswertung der Priorisierung führt zu folgender Rangliste, welche in nachfolgender Tabelle 37 eingesehen werden kann.

Tabelle 37 Rangliste der Kriterien aus den paarweisen Vergleichen nach (Reimers, 2021)

Standort Hamburg – HafenCity	Standort München – Maxvorstadt
1. Das Raumkonzept mit Austausch- und Kommunikationsecke oder Green-Walls (bepflanzte Wände)	1. Die Berücksichtigung von Baustoffen wie Naturstein, Backstein, verputzte Wände, Sichtbeton
2. Die Berücksichtigung von Baustoffen wie roter/dunkler Backstein, Kupferbleche, Zinkbleche oder Sichtbeton	2. Der architektonischer Stil unter Berücksichtigung der verschiedenen Epochen der Maxvorstadt
3. Der aktuelle Bürotrend mit persönlichen Bereichen, Bereiche zur Zusammenarbeit, soziale Bereiche und Lernbereiche	3. Die Berücksichtigung von Smart Office in Form von Heizungsregelung durch Sensoren und Reglern, Zeitschaltuhren für Beleuchtung und Kaffeemaschine
4. Die Berücksichtigung von Smart Office in Form von Heizungsregelung durch Sensoren und Reglern, Zeitschaltuhren für Beleuchtung und Kaffeemaschine	4. Der aktuelle Bürotrend mit persönlichen Bereichen, Bereiche zur Zusammenarbeit, soziale Bereiche und Lernbereiche
5. Der architektonische Stil mit der Speicherstadt als städtebaulicher Maßstab	5. Die Ausstattung mit mobilen Möbeln für flexible Arbeitsplätze
6. Die Berücksichtigung von gestalterischen Elementen in Form von Verzierungen durch Vor- und Rücksprünge der Klinkersteine	6. Das Raumkonzept mit Austausch- und Kommunikationsecke oder Green-Walls (bepflanzte Wände)
7. Die Ausstattung mit mobilen Möbeln für flexible Arbeitsplätze	7. Die Farbgestaltung in Innenräumen mit den Tönen Blau, Rot oder Grün
8. Die Integrierung von historischen Elementen der alten Hafenwirtschaft wie Lastenaufzüge, Schiffsschrauben oder auch Metallgeländer	8. Die Berücksichtigung von gestalterischen Elementen in Form von Eingangsportalen und verzierten Geländern
9. Die Farbgestaltung in Innenräumen mit den Tönen Blau, Rot oder Grün	

Die Ergebnisse der Befragung zeigen, dass in München die Aspekte teilweise anders, teilweise ähnlich priorisiert werden wie in Hamburg. In der Maxvorstadt wird mehr Wert auf eine integrative Planung gelegt, in Hamburg auf das Raumkonzept. An beiden Standorten wird den verwendeten Baustoffen eine hohe Relevanz zugesprochen.

Im Anschluss an die Priorisierung wurden die Ausprägungen der kulturellen Aspekte durch die Anwenderin der Methode bestimmt. Die festgestellte Ausprägung der jeweiligen Kriterien kann den Tabellen im Anhang D4.5 und D4.6 entnommen werden. Das Bürogebäude in der Maxvorstadt in München fügt sich mit seiner Gestaltung und Kubatur weniger in den Bestand der Maxvorstadt ein. Die für das Stadtviertel typischen Baustoffe wurden ebenfalls nicht verwendet. Weder gestalterische noch künstlerische Elemente, welche für den Standort üblich sind, wurden berücksichtigt. Im Grundriss wurden verschiedene Zonen sowie eine flexible Grundrissgestaltung berücksichtigt, jedoch fehlt für eine vollumfängliche Bewertung die exakte Ausführungsplanung. Aus diesem Grund wurde davon ausgegangen, dass die Aspekte nur teilweise berücksichtigt werden. Das Bürogebäude in der Hafencity Hamburgs fügt sich mit seiner Kubatur und Gestaltung in den Bestand der Hafencity ein. Die typischen Baustoffe wurden teilweise berücksichtigt. Hafentypische Elemente als Bezug zur Historie wurden vernachlässigt. Gestalterische Elemente wurden hingegen in Form von Vorsprüngen der Klinkerfassade umgesetzt. Der Grundriss erfüllt die kulturellen Kriterien durch Bereiche unterschiedlicher Nutzung und die Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Anforderungen. Smart Office Elemente werden teilweise im Gebäudekonzept umgesetzt, jedoch handelt es sich nicht um ein voll technologisiertes Gebäudekonzept. Inwieweit die Bürotrends berücksichtigt werden, kann zum derzeitigen Planungsstand nicht beurteilt werden. Jedoch wird davon ausgegangen, dass die Bürotrends teilweise Berücksichtigung finden. Da kein Farbkonzept vorliegt, wird davon ausgegangen, dass die Farbgestaltung vernachlässigt wird.

Aus Basis der Priorisierung und Ausprägung wurde abschließend jeweils die Kulturperformanz der Bürogebäude bestimmt. Die Berechnungen können Anhang D4.7 und D4.8 entnommen werden. Für das Bürogebäude am Standort München in der Maxvorstadt ergibt sich eine Kulturperformanz von 29%. Das Ergebnis liegt im unteren Drittel der maximal erreichbaren Prozentzahl von 100% und kann dementsprechend als weniger kulturangepasst eingestuft werden. Das Bürogebäude in der Hafencity Hamburgs erreicht eine Kulturperformanz von 62% und liegt somit fast im oberen Drittel der maximal möglichen Prozentzahl von 100%. Das Gebäude kann demnach als kulturangepasst eingestuft werden. Wie bereits bei der Einschätzung der Klimaanpassung in den Kapiteln 6.2.1, 6.2.2 und 6.2.3 zeigt die Bestimmung der Kulturperformanz, dass die Einschätzung der Kulturanpassung sich ebenfalls bestätigt.

Erkenntnisse

Der Anwendungsfall 4 zeigt, dass die Ermittlung der kulturellen Aspekte einen höheren zeitlichen Aufwand mit sich bringt. In Deutschland ist eine Vielzahl an Literatur zu den untersuchten Standorten vorhanden. Ortsbegehungen liefern weitere Erkenntnisse. Beide Verfahren sind mit einem hohen zeitlichen Aufwand verbunden. Zudem ist es schwer, die kulturellen Aspekte als solche zu identifizieren. Eine Vollständigkeit sowie exakte Eingrenzung sind dabei nicht möglich. Jedoch kann die Erhebung als Orientierung dienen sowie bisher vernachlässigte Aspekte aufzeigen. Die Datenerhebung durch lediglich eine Person (in diesem Fall der Anwenderin der Methode), wird als geeignet angesehen. Dennoch könnten eine Befragung sowie Experteninterviews weitere hilfreiche Erkenntnisse liefern und die Objektivität erhöhen.

Des Weiteren hat sich in diesem Anwendungsfall gezeigt, dass die freiwillige Online-Umfrage als Instrument, um den paarweisen Vergleich durchzuführen, ungeeignet ist. Die Bereitschaft an einer Teilnahme

ist derzeit zu gering, was ggfs. darauf zurückgeführt werden kann, dass ein Mehrwert nicht direkt zu erkennen ist. Die Investition der eigenen Zeit wird als nicht lohnend empfunden. Zudem werden Mitarbeiter oftmals zu häufig um die Teilnahme an Umfragen gebeten. Allgemein zeigt sich, dass die Datenerhebung mittels Online-Umfrage ohne monetäre Entlohnung mit dem Risiko zu geringer Teilnahmequoten behaftet ist. Wie in dieser Fallstudie erweisen sich Experteninterviews oftmals als Alternative. Jedoch ist hier ebenfalls die Bereitschaft zur Teilnahme nicht gesichert. Zudem haben Experten aufgrund ihres Fachwissens häufig eine andere Perspektive als die Nutzer, wodurch der nutzerzentrierte Ansatz vernachlässigt wird. Des Weiteren ist darauf zu achten, dass die Ermittlung die Priorisierung und Ausprägungsbestimmung der kulturellen Aspekte von Objektivität geprägt ist. Die Ausprägungsbestimmung erfolgte in diesem Fallbeispiel durch eine Anwenderin mit erweiterten Kenntnissen im Bereich klima- und kulturangepassten Bauen, ohne persönliches Interesse oder persönlichen Vorteilen an den Ergebnissen. Somit kann von einer Objektivität ausgegangen werden. Die Durchführung der Ausprägungsbestimmung durch eine Person mit erweiterten Kenntnissen und ohne persönliches Interesse oder Vorteile erweist sich als geeignet. Das Ergebnis der Kulturperformanz weist derzeit lediglich auf eine Tendenz hin, ermöglicht jedoch keine genaue Einordnung, da die baukulturellen Aspekte sich schwer abgrenzen lassen.

6.2.5 Fallbeispiel 5: Nairobi, Kenia

Untersuchungsschwerpunkt und Randbedingungen

Im fünften Fallbeispiel werden die Klima- und Kulturperformanz bestimmt. Da sich die Randbedingungen der Fallstudie von den bisherigen deutlich unterscheidet, werden alle Kontrollgrößen der Nachhaltigkeit untersucht. Das Beispiel basiert auf den Studienarbeiten nach Berger et al. (2021); Pöschl et al. (2019). Beim untersuchten Gebäudetyp handelt es sich um ein Einfamilienhaus und somit ein Wohnhaus. Abermals wird das warmgemäßigte Klima C untersucht, allerdings im Gegensatz zu den Fallbeispielen 1 und 4 das wintertrockene Klima, repräsentiert durch den Standort Nairobi in Kenia. Ein weiterer Unterschied zu den bisherigen Anwendungsfällen besteht darin, dass keine Szenarien unterschieden werden. Das untersuchte Gebäude wird sowohl hinsichtlich der Klima- als auch der Kulturanpassung als angepasst eingestuft. Im Gegensatz zu den bisherigen untersuchten Standorten weist das Land Kenia mit einem HDI von 0,601 eine „mittlere menschliche Entwicklung“ auf (UNDP, 2020).

Um das Gebäudekonzept zu erarbeiten, wurde sich mit dem Klima sowie der Kultur in Nairobi auseinandergesetzt. Dazu wurde eine ausführliche Klimaanalyse u. a. mit dem Tool Climate Consultant (University of California, 1976) durchgeführt. Auf Basis von Handlungsempfehlungen aus der Literatur zum klimaanangepassten Bauen (BENZ GmbH & Co. KG Baustoffe, 2016; Fachbetrieb für Lehm- und Holzbau Heinrich Neuhaus; Lauber, 2003), wurde die Bauweise bestimmt. Die Integration baukultureller Aspekte in der Planung erfolgte auf Basis einer Recherche zu traditionellen Bauweisen sowie gesellschaftlichen Kriterien (Auswärtiges Amt, 2017; Habimana, 1987; Leifer, 1977; Oliver, 1997; Tetzlaff & Jakobeit, 2005). Die Recherche zeigte, dass es keine hinreichend aussagekräftige Literatur zum Thema kulturangepasstes Bauen in Kenia gibt. Eine Ortsbegehung, welche ergänzende Informationen liefern würde, war im Rahmen der Studienarbeit nicht möglich. Aus diesem Grund fokussiert sich die Kulturanpassung des Gebäudekonzeptes auf Informationen traditioneller Architektur. Eine erarbeitete Checkliste kulturspezifischer Aspekte ba-

sierend auf der Literaturrecherche kann dem Anhang D5.1 entnommen werden. Inwieweit diese die baukulturell relevanten Aspekte abbildet, wird durch die Ermittlung der Kulturperformanz untersucht. Anforderungen aus der am Standort geltenden Norm, dem Building Code of the Republic of Kenya (2009), wurden bei der Gebäudekonzeption berücksichtigt.

Das Gebäudekonzept lehnt sich an die traditionelle Bauweise der Kikuyu an, der größten ethnischen Bevölkerungsgruppe Kenias. Das eingeschossige Einfamilienhaus weist einen runden Grundriss auf. Dieser gliedert sich in einen zentralen Aufenthaltsraum mit Wohn-, Ess- sowie Küchenbereich und zwei angrenzenden Schlafzimmern, einem Badezimmer und einer Abstellkammer. Die Außenwände sind als gedämmte Holzständerbauweise konzipiert, welche innen- und außenseitig mit einer Lehmschicht abschließen und weisen einen U-Wert von $0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$ auf. Die Innenwände schließen nicht an der Unterkante des Daches ab, um über einen Dachkamin eine Luftzirkulation nach dem Prinzip der freien Lüftung nach der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (2005) zu ermöglichen. Das Holzsparrendach ist mit Ziegeln gedeckt und weist eine Neigung von ca. 20° auf. Die Fenster werden mit einer Zweischeibenverglasung ausgeführt und weisen einen U-Wert von $2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ auf. Außenliegende Jalousien schützen vor direkter Strahlung. Das Gebäude weist eine Bodenplatte aus Beton auf und ist nicht unterkellert. Nachfolgende Abbildung 57 zeigt das Gebäudemodell.

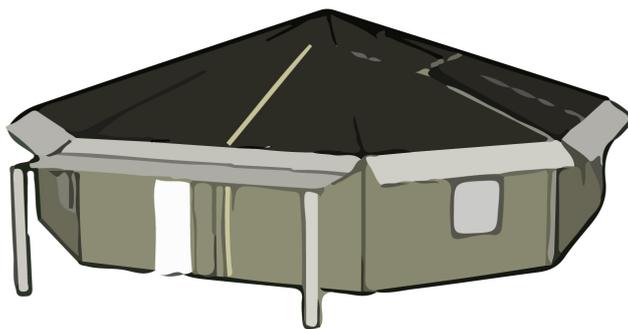


Abbildung 57 Gebäudemodell in Nairobi, Kenia nach (Berger et al., 2021)

Ausführung und Ergebnisse

In der Simulation wird der runde Grundriss zur Vereinfachung als Achteck abgebildet. Da das aufwendige Lüftungssystem eine gesonderte CFD-Simulation erfordert, wird im Simulationsmodell das Lüftungskonzept zu einer freien Fensterlüftung vereinfacht. Die Abluftöffnungen im Dach sowie der Abstand der Innenwände zur Dachhaut werden aus diesem Grund vernachlässigt. Die Gebäudenutzer werden mit einem Bekleidungsfaktor von $0,85 \pm 0,25 \text{ clo}$ und einem Aktivitätsgrad von 1,0 met nach DIN EN ISO 7730 (2006) simuliert. Für interne Wärmequellen wird ein Standardwert nach der DIN V 4108-6 (2003) von 5 W/m^2 angenommen. Die Lichtausstattung weist eine Lichteinheit mit jeweils 15 W pro 10 m^2 auf. Aufgrund mangelnder Daten zum üblichen Tagesablauf und typischen Nutzungszeiten von Wohngebäuden in Kenia wurden für Deutschland übliche Werte verwendet. Inwieweit sich diese unterscheiden, sollte bei einem realen Projekt durch einen Austausch mit Kontaktpersonen vor Ort geklärt werden. Die Nutzungszeiten berücksichtigen die Angabe der Ferienzeit nach Public Holidays Global (2021b).

Um die Kulturperformanz des Gebäudes zu ermitteln, wurde eine Umfrage zu den identifizierten Aspekten der Baukultur durchgeführt. Diese soll dazu dienen, die Informationen aus der Literatur zu überprüfen und

ggfs. zu ergänzen sowie qualifizierte Annahmen zur Bewertung des Gebäudemodells treffen zu können. Die englischsprachige Onlineumfrage wurde mithilfe des Tools Unipark-Questback erstellt und ca. vier Wochen zur Verfügung gestellt. Über einen Kontakt an der Technischen Universität Kenia in Nairobi wurde die Umfrage in Umlauf gebracht. Obwohl laut Angaben der Kontaktperson i. d. R. bei Umfragen mit wenig Rücklauf zu rechnen sei, nahmen 27 Personen an der Umfrage teil und schlossen diese auch ab. Die Umfrage umfasste 27 Fragen zu Themen wie der allgemeinen Bauweise oder sozialen Aspekten, welche sich in der Bauweise widerspiegeln. Auf eine Priorisierung der baukulturellen Aspekte wurde im Rahmen dieser Arbeit verzichtet. Die Bestimmung der Ausprägung sowie der Kulturperformanz erfolgte durch den Anwender der Methode.

Für die Ökobilanz konnte kein afrikanisches Tool oder ein Tool, welches auf eine afrikanische Datenbank zugreift, gefunden werden, sodass diese mithilfe des Tools eLCA (BBSR, 2018) durchgeführt wurde. Da ebenfalls keine afrikanische Datenbank ermittelt werden konnte, werden deutsche Datenbanken als Grundlage verwendet. Eine Umrechnung mithilfe eines Anpassungsfaktors konnte aufgrund des Fehlens eines solchen Faktors ebenfalls nicht umgesetzt werden. Die Lebensdauer des Gebäudes wurde auf 50 Jahre festgelegt. Als Baustoff-Datenbank wurde die „OBD_2020_II“ festgelegt. Die benötigten Mengenangaben der Materialien wurden dem IDA ICE Modell entnommen. Das Tool eLCA (BBSR, 2018) bilanziert standardmäßig die Module A1 – A3, B6, C3 und C4 für die Lebenszyklusphasen Konstruktion und Endenergiebilanz. In der Phase der Instandhaltung wird das Modul B2 berücksichtigt. Die Standardeinstellung wird in dieser Fallstudie 5 beibehalten. Fehlende Daten zu speziellen Baustoffen (z. B. Schafswolle als Dämmmaterial) wurden durch Daten von Baustoffen mit ähnlichem Herstellungs- und Verarbeitungsaufwand ersetzt. Bei der Bilanzierung der Fenster und Türen wurde die regionale Verfügbarkeit dieser berücksichtigt. Da für eine Beurteilung der Ökologie des Gebäudes keine kenianischen Vergleichsdaten bzgl. des Endenergiebedarfs sowie des Primärenergiebedarfs und Treibhauspotenzials vorhanden sind, erfolgt eine Einschätzung anhand eines Vergleichsgebäudes am Standort Deutschland sowie mithilfe deutscher Vergleichsdaten.

Um die ökonomischen Kennwerte zu bestimmen, wird ebenfalls das Tool eLCA (BBSR, 2018) verwendet. Dieses bietet ein vereinfachtes Verfahren zur Bestimmung der Lebenszykluskosten an, welches in dieser Fallstudie angewandt wurde. Neben den Herstellungs- werden dabei die Instandhaltungs- und Betriebskosten berücksichtigt. Bei der Datenermittlung zeigte sich, dass keine belastbaren Daten verfügbar sind. Tabellen wie die BKI-Tabellen (*BKI Baukosten 2020 Neubau*, 2020) in Deutschland o. Ä., um die Kosten der Baumaterialien zu ermitteln, existieren nach derzeitigem Stand des Wissens für Kenia nicht oder sind nicht in den üblichen Datenbanken verfügbar. Auch fehlen Informationen bzgl. der Zinssätze und erwarteten Preissteigerungen. Des Weiteren konnten keine belastbaren Daten zu Kosten für Wasser, Abwasser oder Energiekosten ermittelt werden. Ebenfalls ist nicht davon auszugehen, dass das Instandhaltungsverhalten Kenias dem in Deutschland gleicht. Auch die Lebensdauer der Materialien wird sich voraussichtlich aufgrund der unterschiedlichen Güte und Klimaeinflüsse unterscheiden. Eine Übertragung von deutschen Daten wird aufgrund der eben genannten Aspekte sowie der sich stark unterscheidenden wirtschaftlichen Situation Deutschlands und Kenias als nicht zielführend angesehen. Umrechnungsfaktoren konnten nicht ermittelt werden. Da aufgrund der beschriebenen Datengrundlage kein belastbares Ergebnis erzielt werden kann, wird in der Fallstudie 5 die Lebenszykluskostenanalyse nicht durchgeführt.

Klimaperformanz

Die Gesamtklimaperformanz wurde durch Mittelung der Einzelklimaperformanzen des Aufenthaltsraums und der beiden Schlafräume ermittelt, da dies die Räume mit der höchsten Aufenthaltsdauer darstellen. Der Komfortbereich wurde in dieser Fallstudie entsprechend den Randbedingungen (freie Fensterlüftung) nach dem Ansi/Ashrae Standard 55-2020 (2020) definiert. Insgesamt ergibt sich für das Gebäude eine Klimaperformanz von 88%. Da dieser Wert im oberen Viertel des maximal erreichbaren Prozentwertes von 100% liegt, kann das Gebäude als *klimaangepasst* eingestuft werden. Die Anzahl der Übertemperaturgradstunden liegt bei 6.275 Kh.

Kulturperformanz

Die Umfrage zur Ermittlung der kulturspezifischen Aspekte zeigt, dass die Ergebnisse sich stark von jenen der Literaturrecherche unterscheiden. Die Ergebnisse der Umfrage in Form einer Checkliste kulturspezifischer Aspekte können im Anhang D5.2 eingesehen werden. Beispielsweise wird von 73% der Befragten ein eckiger Grundriss einem runden vorgezogen. Zudem entspricht laut 84% der Befragten ein mehrstöckiges Gebäude mehr den Erwartungen und Wünschen der Bewohner Nairobis. Auch die Privatsphäre wird als hohes Gut angesehen, sowohl innerhalb des Hauses als auch in Hinblick auf die Nachbarn. Somit ist das Belüftungskonzept, welches vorsieht, die Zwischenwände nicht bis an die Decke zu ziehen, ungeeignet. Die Relevanz des großen Gemeinschaftsraumes bestätigt sich durch die Umfrage. Insgesamt ergibt sich für das Gebäude eine Kulturperformanz von ca. 41%. Die zugehörige Berechnung kann Anhang D5.3 entnommen werden. Da dieser Wert in der unteren Hälfte der maximal erreichbaren Prozentzahl von 100% liegt, ist das Gebäude als eher *kulturunangepasst* einzustufen.

Soziale Komponente der Nachhaltigkeit

Im Gegensatz zu den bisherigen Fallbeispielen überschreitet der CO₂-Gehalt den Grenzwert von 1.000 ppm. Der maximale CO₂-Gehalt im Schlafzimmer 2 beträgt 1.125 ppm. Somit kann die Lufthygiene im Raum nach der DIN EN 16798-1 (2022) der Kategorie 3 zugeordnet werden. Im Wohnzimmer liegt der maximale CO₂-Gehalt bei 529 ppm, im Schlafzimmer 2 bei 463 ppm. Die lufthygienische Behaglichkeit ist hier positiv zu bewerten. Der PPD weist in dieser Fallstudie einen maximalen Wert von 14% im Aufenthaltsraum, von 14% im Schlafzimmer 1 und von 13% im Schlafzimmer 2 auf. Dies ist der Kategorie 3 nach DIN EN 16798-1 (2022) zuzuordnen. Die maximalen PMV Werte liegen im Aufenthaltsraum und im Schlafzimmer 1 bei -0,7 und 0,1 und im Schlafzimmer 2 bei -0,6 und 0,1. Somit sind alle Räume zwischenzeitlich im Winter ein wenig zu kalt und im Sommer minimal zu warm. Der PMV liegt im Aufenthaltsraum zu 70% der Zeit, im Schlafzimmer 1 zu 93% der Zeit und im Schlafzimmer 2 zu 90% der Zeit bei 0. Somit ist die thermische Behaglichkeit als eher positiv einzustufen.

Ökologische Komponente der Nachhaltigkeit

Um die ökologische Qualität des Gebäudes zu beurteilen, wird der Endenergiebedarf des Gebäudes betrachtet. Dieser liegt bei 154 kWh/m²a. Des Weiteren wurden der Primärenergiebedarf sowie das Treibhauspotenzial ermittelt. Der Großteil des Primärenergiebedarfs sowie des Treibhauspotenzials wird mit 61% in der Phase B6 verursacht. Die Herstellungsphasen A1-A3 verursachen ebenfalls einen Großteil des

Bedarfs. Nachfolgender Tabelle 38 können die ermittelten Daten des Primärenergiebedarfs sowie des Treibhauspotenzials entnommen werden.

Tabelle 38 Primärenergiebedarf und Treibhausgas der Lebenszyklusphasen des Gebäudemodells in Nairobi, Kenia nach Berger et al. (2021)

Ökologische Kennwerte	A1-3	B2	C3	C4	D
Primärenergiebedarf nicht-erneuerbar [kWh/m ² _{NGF} *a]	27,6	39,7	0,3	0,4	-5,0
Primärenergiebedarf erneuerbar [kWh/m ² _{NGF} *a]	11,5	10,2	-1,1	-0,03	-1,25
Treibhauspotenzial [kg CO ₂ e] *10 ³	32,7	52,7	6,2	1,2	-6,4

A=Herstellung und Errichtung, B=Nutzung, C=Entsorgung, D=Wiederverwertung

Wie bereits erwähnt fehlen Daten, um die ökologische Komponente der Nachhaltigkeit zu bewerten. Der Endenergiebedarf des Wohngebäudes beträgt 154 kWh/m²a. Der Energiebedarfskennwert von Wohngebäuden mit einer Wohneinheit in Deutschland, welche 2009 oder danach gebaut wurden, beträgt laut Dena-Gebäudereport (Bigalke et al., 2016) 48 kWh/m²a. Ein direkter Vergleich ist aufgrund der unterschiedlichen Standards in Deutschland und Kenia nicht möglich. Unter Berücksichtigung, dass der Baustandard in Kenia vermutlich deutlich schlechter einzuschätzen ist als in Deutschland, wäre der Endenergiebedarf des Gebäudes dennoch als hoch einzustufen. Allerdings ist zu bedenken, dass nicht nur der Baustandard, sondern vermutlich auch der Lebensstandard und die Erwartungen an die Umgebungsbedingungen geringer sind als in Deutschland. Um eine grobe Einschätzung des Primärenergiebedarfs sowie des Treibhauspotenzials zu erhalten, wurde ein Vergleichsgebäude gleicher Kubatur und ähnliche Ausstattung nach deutschen Standards in Deutschland bilanziert. Anschließend wurden exemplarisch der Primärenergiebedarf sowie das Treibhauspotenzial der KG 300 verglichen. Das Vergleichsobjekt weist ca. ein doppelt so hohes Treibhauspotenzial und ca. einen 2,3-fachen Primärenergiebedarf auf. Im Vergleich zu einem deutschen Gebäude in Deutschland weist das Gebäude eine positive Ökobilanz auf. Inwieweit dies jedoch im Vergleich zu anderen kenianischen Vergleichsobjekten der Fall ist, kann nicht beurteilt werden. Eine Bewertung der Ökobilanz auf Grundlage eines Vergleichs mit dem deutschen Referenzgebäude ist aufgrund der stark abweichenden Randbedingungen nicht sinnvoll.

Nachfolgende Tabelle 39 gibt einen Überblick zu den ermittelten Bewertungsgrößen des Gebäudemodells in Nairobi, Kenia.

Tabelle 39 Bewertungsgrößen des Wohngebäudemodells am Standort Nairobi, Kenia nach (Berger et al., 2021)

KLP	KUP	PPD _{max}	CO ₂	EE ¹	PEe ²	PEne ³	THP ⁴
[%]	[%]	[%]	[ppm]	[kWh/m ² _{BGF(b)} *a]	[kWh/m ² _{BGF(b)} *a]	[kWh/m ² _{BGF(b)} *a]	[kg CO ₂ e] *10 ³
88	41	14	>1.000	154	63	19,3	86,4

¹Endenergiebedarf; ²Primärenergiebedarf erneuerbar; ³Primärenergiebedarf nicht-erneuerbar; ⁴Treibhauspotenzial

Erkenntnisse

Die Klimaperformanz des Gebäudes konnte in Fallbeispiel 5 ermittelt werden, da ausreichend genaue Klimadaten zur Verfügung standen. Da jedoch kein üblicher Tagesablauf und keine typischen Nutzungszeiten von Wohngebäuden ermittelt werden konnten, ist die Genauigkeit der Ergebnisse ggfs. reduziert. Eine Ermittlung dieser Daten könnten zu genaueren Ergebnissen führen. Zudem könnten weitere wissenschaftliche Arbeiten zum Komfortbereich der Bewohner des jeweils untersuchten Landes die Genauigkeit der Ergebnisse verbessern. Inwieweit eine Steigerung der Genauigkeit in diesem Kontext notwendig ist, ist zu hinterfragen. Werden unterschiedliche Zonen simuliert, so kann je Zone eine Klimaperformanz ermittelt werden. Die Performanzen der unterschiedlichen Zonen können Rückschlüsse ermöglichen, welche Gebäudebereiche einer weiteren Modifizierung benötigen. Weitere Handlungsstrategien können abgeleitet werden. So zeigte sich in diesem Fallbeispiel 5 beispielsweise anhand der schlechteren Performanz des Aufenthaltsraums im Vergleich zu den anderen Zimmern der negative Einfluss des erhöhten Fensterflächenanteils des Raums. Eine Verbesserung der wärmeschutztechnischen Eigenschaften sowie des sommerlichen Wärmeschutzes oder eine Reduktion des Fensterflächenanteils würde zu einer Verbesserung der Performanz des Aufenthaltsraumes und somit der Gesamtperformanz führen.

Die Untersuchung der Kulturperformanz zeigte, dass in Kenia ebenfalls keine hohe Teilnehmerzahl erreicht werden konnte. Um eine möglichst hohe Teilnehmerzahl zu erzielen, wurde darauf geachtet, dass der Umfang der Umfrage nicht zu hoch ist. Dies spiegelt sich jedoch in oberflächlichen Ergebnissen wider. Genauere Informationen zu baukulturellen Aspekten erfordern umfangreiche Befragungen, was jedoch die Teilnahmebereitschaft reduziert. Ggfs. kann eine Kombination aus Experteninterviews, Einzelinterviews und Umfragen ausreichend differenzierte Informationen liefern. Des Weiteren zeigte sich, dass die Priorisierung einen sinnvollen, jedoch nicht notwendigen Teil der Methode zur Bestimmung der Kulturperformanz darstellt. Entfällt der Schritt der Priorisierung, wird alles gleich gewertet, obwohl voraussichtlich einige Aspekte von höherer Relevanz sind als andere. Eine Priorisierung erhöht demnach die Differenzierung des Ergebnisses. Zudem kann somit der Fokus auf die priorisierten Aspekte gelegt werden. Das Berücksichtigen von priorisierten Aspekten zeigt sich zudem im Ergebnis der Kulturperformanz.

Die Beurteilung der sozialen Komponente konnte durchgeführt werden. Diese hängt lediglich von ausreichend genauen Klimadaten sowie der Simulationsdatei ab. Ähnlich wie bei der Klimaperformanz kann die Genauigkeit des Ergebnisses durch weitere Untersuchungen der thermischen Behaglichkeit der Bewohner des untersuchten Standorts erhöht werden. Da die thermische Behaglichkeit lediglich als Kontrollelement dient, ist jedoch davon auszugehen, dass die gängigen Annahmen ausreichend genau sind.

Bei der Untersuchung der Ökologie und Ökonomie zeigt sich, dass für Kenia keine ausreichende Datengrundlage vorhanden ist. Es konnte weder ein kenianisches Tool zur Ökobilanzierung und Lebenszykluskostenanalyse noch eine kenianische Materialdatenbank mit ökologischen Kennwerten ermittelt werden. Das Ergebnis der in Fallbeispiel 5 durchgeführten Ökobilanz ist somit kritisch zu betrachten, da es auf vielen Annahmen beruht. Es fehlen Daten hinsichtlich der Transportwege und -arten. Eine Übertragung von deutschen Daten ist nur eingeschränkt möglich. Beispielsweise können Daten bzgl. des Transportes mit einem LKW nicht übertragen werden, da davon auszugehen ist, dass die Transportfahrzeuge i. d. R. älter und in schlechterem Zustand sind, einen höheren Kraftstoffverbrauch sowie eine höhere Auslastung aufweisen. Zudem unterscheiden sich die Straßenverhältnisse gravierend, sodass Standarddaten nicht

übertragen werden können. Kenianische Pauschalwerte konnten nicht ermittelt werden. Ebenfalls unterscheidet sich die Materialgüte aufgrund geringerer Standards in Kenia. Dies beeinflusst wiederum die voraussichtliche Lebensdauer der Baustoffe. Auch kann davon ausgegangen werden, dass sich die Art der Instandhaltung von der deutschen unterscheidet. Sowohl zu den Lebensdauern als auch zum üblichen Instandhaltungsvorgehen konnten keine Daten ermittelt werden. Umrechnungsfaktoren könnten Unterstützung bieten und die Genauigkeit der Ergebnisse erhöhen. Jedoch konnten in den üblichen Datenbanken keine Faktoren ermittelt werden. Somit ist das Ergebnis der Ökobilanz aus der Fallstudie 5 als ungenau einzustufen, da dieses vorrangig auf deutschen Daten basiert, welche jedoch nur eingeschränkt übertragbar sind. Des Weiteren wird der Baustoff Holz oftmals als nachwachsender Rohstoff in der Ökobilanz als CO₂-Speicher betrachtet. Kenia verfügt jedoch lediglich über 6,3% Waldfläche (The World Bank IBRD IDA, 2020). Aufforstungsprojekte sind zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht umgesetzt. Somit ist der Baustoff Holz in Kenia ebenfalls kritisch zu betrachten. Wie bereits bei der Ausführung beschrieben, konnte aufgrund mangelnder Daten keine ökonomische Betrachtung durchgeführt werden. Der Austausch mit Firmen vor Ort, welche Daten zur Verfügung stellen, könnte eine Untersuchung der ökonomischen Säule der Nachhaltigkeit begünstigen. Es zeigt sich jedoch, dass in diesem Bereich ein hoher Forschungsbedarf besteht. Des Weiteren fehlt es an Vergleichsdaten, um die ermittelten Werte der Ökobilanz sowie einer Lebenszykluskostenanalyse einordnen zu können. Statistische Auswertungen des Bestands sowie von Neubauprojekten fehlen. Eine Beurteilung der Ergebnisse ist somit aufgrund der fehlenden Vergleichsdaten nicht möglich. Eine Bewertung anhand deutscher Vergleichsobjekte ist aufgrund der stark abweichenden Randbedingungen nicht sinnvoll.

6.2.6 Fallbeispiel 6: Addis Abeba, Äthiopien

Untersuchungsschwerpunkt und Randbedingungen

Im sechsten Fallbeispiel wird die Klimaperformanz sowie alle Kontrollgrößen der Nachhaltigkeit untersucht. Da eine Umfrage wie in den Fallbeispielen 4 und 5 aufgezeigt wurde, lediglich zu sehr oberflächlichen ggfs. keinen Ergebnissen führt, eine Ortsbegehung im Rahmen der Studienarbeit nicht durchführbar war und keine Experten für Interviews zur Verfügung standen, wird auf die Bestimmung der Kulturperformanz aufgrund mangelnder Datengrundlage verzichtet. Das Beispiel basiert auf den Studienarbeiten nach Amann et al. (2020); Schulte und Glantschnig (2021).

Beim untersuchten Gebäudetyp des Anwendungsfalls handelt es sich analog zum Fallbeispiel 5 um ein Wohngebäude, welches ebenfalls als klima- und kulturangepasst eingestuft wird. Es werden keine Szenarien unterschieden. Wie in Fallbeispiel 5 befindet sich das Haus in der Klimazone Cwb, repräsentiert durch den Standort Addis Abeba in Äthiopien. Im Gegensatz zu den bisherigen Fallbeispielen wird mit Addis Abeba ein Standort mit einem HDI von 0,485 und somit einer „geringen menschlichen Entwicklung“ (UNDP, 2020) untersucht.

Die Gebäudekonzeption erfolgt auf Basis einer Analyse des Klimas sowie der Kultur von Addis Abeba. Die Klimaanalyse wird mithilfe des Tools Climate Consultant (University of California, 1976) durchgeführt. Die Klimaanpassung des Gebäudes baut auf Handlungsempfehlungen aus der Literatur zum klimaangepassten Bauen auf (Bekele & Thomas, 2003; Hausladen et al., 2012; Mulatu & Kindu, 2010; Route One Publishing Ltd, 2020; Walle et al., 2000; Yikuno, 2000). Die Berücksichtigung baukultureller Aspekte in der

Gebäudekonzeption basiert auf einer Recherche zur traditionellen Architektur sowie gesellschaftlichen Gesichtspunkten von Äthiopien, insbesondere von Addis Abeba (Angélil, 2010; Araya, 1974; Auswärtiges Amt, 2019, 2020a; Dena, 2014; Destatis, 2019; Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 2020; Hartlmaier, 1953; Österreich, 2019; Shiferaw, 2000; Tiesbohnkamp, 2020). Eine erarbeitete Checkliste kulturspezifischer Aspekte basierend auf der Literaturrecherche kann dem Anhang D6 entnommen werden. Anforderungen aus der am Standort geltenden Norm, Ethiopian Building Code Standard (2013) wurden bei der Gebäudekonzeption berücksichtigt.

Das zweistöckige Gebäude beherbergt zwei Wohneinheiten für jeweils eine dreiköpfige Familie. Der Grundriss besteht aus einer Wohnküche, einem Schlafzimmer und einem Badezimmer und orientiert sich an einer üblichen Raumaufteilung in Addis Abeba. Die Bodenplatte aus Stahlbeton steht auf Punktfundamenten 60 cm über dem Grund, um den häufig vorkommenden Sturzfluten in Addis Abeba zu begegnen. Die Außenwände bestehen aus Lehmziegeln gedämmt mit Flachs und äthiopischen Napiergras und weisen einen U-Wert von $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ auf. Die Zwischendecke ist als Holzbalkendecke und das Satteldach als hinterlüftetes Wellblechdach konzipiert. In der Mitte des Grundrisses ist ein Holzofen angeordnet, welcher neben der Beheizung der Räume als Auflager dient. Die Fenster werden als Zweischeibenverglasung ausgeführt mit einem U-Wert von $1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$. Nachfolgende Abbildung 58 visualisiert das Gebäudemodell.

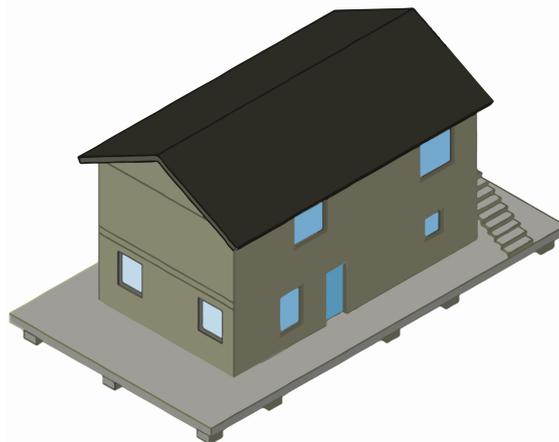


Abbildung 58 Gebäudemodell in Addis Abeba, Äthiopien nach (Schulte & Glantschnig, 2021)

Ausführung und Ergebnisse

Die Randbedingungen der Ermittlung der Klimaperformanz gleichen jenen aus Fallstudie 5 und können somit Kapitel 6.2.5 entnommen werden. Analog zum Fallbeispiel 5 entsprechen die Nutzungszeiten aufgrund mangelnder Daten zum Standort Äthiopien den für Deutschland typischen. Die landesspezifischen Ferien Äthiopiens wurden nach Public Holidays Global (2021a) berücksichtigt.

Da das Schlafzimmer sowie die Wohnküche die höchste Nutzungsdauer aufweisen, werden repräsentativ diese beiden Räume hinsichtlich der Behaglichkeit untersucht.

Die Ökologie des Gebäudes wurde aufgrund der ähnlichen Randbedingungen wie in Fallbeispiel 5 mittels einer Ökobilanz mithilfe des Tools eLCA (BBSR, 2018) untersucht. Auch hier konnte keine Datenbank und kein Tool aus Äthiopien gefunden werden. Aus diesem Grund werden deutsche Daten als Grundlage verwendet. Eine Umrechnung mithilfe eines Anpassungsfaktors konnte aufgrund des Fehlens eines solchen

nicht umgesetzt werden. Für fehlende Daten zu unüblichen Baustoffen wie Napiergras wurden Daten alternativer Baustoffe mit möglichst ähnlichen ökologischen Merkmalen verwendet. Da analog zum Fallbeispiel 5 in Äthiopien keine Vergleichsdaten bzgl. der ökologischen Kennwerte von Gebäuden vorhanden sind, erfolgt eine Einschätzung ebenfalls anhand eines Vergleichsgebäudes am Standort Deutschland sowie mithilfe deutscher Vergleichsdaten.

Für die ökonomische Säule der Nachhaltigkeit zeigten sich die gleichen Herausforderungen wie in Fallbeispiel 5. Aufgrund mangelnder äthiopischer Daten, dem Fehlen eines Umrechnungsfaktors sowie stark abweichenden Randbedingungen im Vergleich zu Deutschland, konnte kein belastbares Ergebnis ermittelt werden. Somit wird in dieser Fallstudie 6 ebenfalls keine Lebenszykluskostenanalyse durchgeführt.

Klimaperformanz

Die Klimaperformanz wird hier durch Mittelung der Einzelperformanzen der Wohnküche und des Schlafzimmers bestimmt, da diese Zonen die höchste Nutzungszeit aufweisen. Der Komfortbereich wurde entsprechend den Randbedingungen nach dem Ansi/Ashrae Standard 55-2020 (2020) festgelegt. Insgesamt ergibt sich für das Gebäude eine Klimaperformanz von 80%. Der Wert liegt im oberen Viertel des maximal erreichbaren Prozentwertes von 100%. Somit ist das Gebäude als klimaangepasst einzustufen. Die Über-temperaturgradstunden liegen bei 1.522 Kh.

Soziale Komponente der Nachhaltigkeit

Die lufthygienische Behaglichkeit kann positiv bewertet werden, da der Grenzwert des CO₂-Gehalts von 1.000 ppm zu keinem Zeitpunkt überschritten wird. Der maximale CO₂-Gehalt liegt bei 882 ppm. Von Juni bis Oktober liegt der PMV ausschließlich im negativen Bereich. Somit werden die Räume innerhalb der Regenzeit als zu kalt empfunden. Der maximale Wert liegt in dieser Jahreszeit bei -0,9. Zwischen Januar und Juli werden die Räume zeitweise als zu kalt, zeitweise als zu warm empfunden. Die Werte schwanken zwischen maximal -1,0 und 0,3. Der PPD beträgt zwischen Juni und Oktober bis zu 20%. Im Durchschnitt ergibt sich jedoch ein Wert von ca. 8%. Dieser liegt nahe dem idealen Wert von 5%. Somit ist die thermische Behaglichkeit insgesamt eher positiv zu werden. Dennoch ist die thermische Behaglichkeit zeitweise der niedrigsten Kategorie IV nach DIN EN 16798-1 (2022) zuzuordnen. Bei Betrachtung der Wärmeflüsse fällt auf, dass hauptsächlich die Fenster eine Schwachstelle darstellen. Eine Erhöhung des Wärmeschutzes der Fenster oder eine Verringerung des Fensterflächenanteils würden die thermische Behaglichkeit positiv beeinflussen.

Ökologische Komponente der Nachhaltigkeit:

Die ökologische Qualität des Gebäudes wird in dieser Fallstudie 6 anhand des End- sowie Primärenergiebedarfs sowie anhand des Treibhausgaspotenzials quantifiziert und bewertet. Der Endenergiebedarf des Gebäudes liegt bei ca. 88 kWh/m²a. Der nicht-erneuerbare und erneuerbare Anteil des Primärenergiebedarfs sowie das Treibhauspotenzial über die Lebenszyklusphasen kann nachfolgender Tabelle 40 entnommen werden. Der Hauptanteil des Primärenergiebedarfs sowie des Treibhauspotenzials werden in der Phase A1-A3 verursacht.

Tabelle 40 Primärenergiebedarf und Treibhausgas der Lebenszyklusphasen des Gebäudemodells in Addis Abeba, Äthiopien nach (Schulte & Glantschnig, 2021)

Ökologische Kennwerte	A1-3	B2	C3	C4	D
Primärenergiebedarf nicht-erneuerbar [kWh/m ² _{NGF} *a]	31,3	5,1	0,4	0,05	-17,1
Primärenergiebedarf erneuerbar [kWh/m ² _{NGF} *a]	25,8	2,9	-0,8	-0,08	-4,3
Treibhauspotenzial [kg CO ₂ e] *10 ³	12,8	6,5	34,4	0,1	-20,8

A=Herstellung und Errichtung, B=Nutzung, C=Entsorgung, D=Wiederverwertung

Aufgrund der mangelnden Daten zu den ökologischen Kennwerten von Gebäuden in Äthiopien erfolgt eine Einschätzung der Ergebnisse anhand deutscher Vergleichsdaten. Der Endenergiebedarf des untersuchten Gebäudes beträgt mit ca. 88 kWh/m²a in etwa doppelt so viel wie ein Wohngebäude mit einer Wohneinheit in Deutschland, welches 2009 oder danach gebaut wurde und durchschnittlich 48 kWh/m²a bedarf (Bigalke et al., 2016). Eine Bewertung anhand dieses Vergleichs ist ebenfalls wie im Fallbeispiel 5 (Kenia) aufgrund der stark abweichenden Randbedingungen nicht möglich. Eine grobe Einschätzung des Primärenergiebedarfs sowie des Treibhauspotenzials wird anhand eines Vergleichsgebäudes gleicher Kubatur und ähnliche Ausstattung nach deutschen Standards in Deutschland ermöglicht. Das äthiopische Gebäude weist ca. 30% weniger Treibhauspotenzial auf. Der nicht-erneuerbare Primärenergiebedarf des untersuchten Gebäudekonzepts ist ebenfalls 30% geringer als der des deutschen Vergleichsobjekts. Der Anteil an erneuerbarer Primärenergie hingegen ist ca. doppelt so hoch. Eine Bewertung der Ökobilanz auf Grundlage eines Vergleichs mit dem deutschen Referenzgebäude ist jedoch ebenso wie beim Endenergiebedarf aufgrund der stark abweichenden Randbedingungen nicht zielführend.

Nachfolgende Tabelle 41 gibt einen Überblick zu den ermittelten Bewertungsgrößen des Gebäudemodells.

Tabelle 41 Bewertungsgrößen des Wohngebäudemodells am Standort Addis Abeba, Äthiopien nach (Schulte & Glantschnig, 2021)

KLP [%]	PPD _{max} [%]	CO ₂ [ppm]	EE ¹ [kWh/m ² _{BGF(b)} *a]	PEe ² [kWh/m ² _{BGF(b)} *a]	PEne ³ [kWh/m ² _{BGF(b)} *a]	THP ⁴ [kg CO ₂ e] *10 ³
80	20	<1.000	88	23,5	19,8	33

¹Endenergiebedarf; ²Primärenergiebedarf erneuerbar; ³Primärenergiebedarf nicht-erneuerbar; ⁴Treibhauspotenzial

Erkenntnisse

Die Fallstudie 6 bestätigt die Erkenntnisse aus Fallstudie 5. Um die Klimaperformanz zu bestimmen, sind ausreichend genaue Klimadaten am Standort Addis Abeba vorhanden. Aufgrund vergleichbarer Randbedingungen der zwei untersuchten Standorte zeigen sich ähnliche Schwierigkeiten hinsichtlich der Datengrundlage. So fehlen auch in der Fallstudie 6 belastbare Daten zu den üblichen Nutzungszeiten sowie dem Komfortbereich in Äthiopien. Äthiopische Datenbanken für ökonomische oder ökologische Kennzahlen sowie äthiopische Ökobilanz- oder Lebenszykluskostenanalyse-Tools konnten nicht gefunden werden. Des Weiteren fehlen statistische Auswertungen des Gebäudebestandes, um Ergebnisse der ökologischen und ökonomischen Säule der Nachhaltigkeit mithilfe eines Vergleichs bewerten zu können.

6.2.7 Fallbeispiel 7: Quito, Ecuador

Untersuchungsschwerpunkt und Randbedingungen

Im Fallbeispiel 7 werden die Klima- und Kulturperformanz sowie alle Kontrollgröße der Nachhaltigkeit untersucht. Das Beispiel basiert auf Studienarbeiten nach Gester et al. (2021); Meschenmoser et al. (2020). Der Gebäudetyp des untersuchten Anwendungsfalls 7 ist ein Mehrfamilienhaus und somit ein Wohngebäude. Dieses wird ebenfalls als klima- und kulturangepasst eingestuft. Es werden keine Szenarien unterschieden. Das Gebäude befindet sich wie in Fallbeispiel 1 und 4 in der warmgemäßigten, immerfeuchten Klimazone Cfb, repräsentiert durch den Standort Quito in Ecuador. Mit einem HDI von 0,759 weist Ecuador eine „hohe menschliche Entwicklung“ auf (UNDP, 2020).

Analog zu Fallbeispiel 5 und 6 wurde für den Standort Quito in Ecuador eine Klimaanalyse mithilfe des Tools Climate Consultant (University of California, 1976) durchgeführt. Das Gebäudekonzept basiert auf Handlungsempfehlungen zum klimaangepassten Bauen im analysierten Klima (Auswärtiges Amt, 2020b; Buckalew et al., 1998; Bussmann, 2002; Espinosa et al., 2017; Hausladen et al., 2012; Ökologisch Bauen). Um kulturelle Einflüsse in die Planung mit einzubeziehen, wurde eine Literaturrecherche zu traditionellen Bauweisen sowie zu gesellschaftlichen Aspekten Quitos durchgeführt (Cuadra, 1991; Greogry, Ecuador; Helfritz, 1982; Iportale GmbH). Eine erarbeitete Checkliste kulturspezifischer Aspekte basierend auf der Literaturrecherche kann dem Anhang D7.1 entnommen werden. Anforderungen aus der am Standort geltenden Norm NEC-HS-EE (2018) wurden in der Konzeption berücksichtigt.

Das Gebäude ist ein Mehrparteienhaus mit vier Wohneinheiten, welches eine partizipative Wohnform anstrebt. Der geplante Standort des Gebäudes befindet sich in einer Hanglage im Stadtviertel Pichincha. Der Grundriss jeder Einheit besteht aus zwei privaten Schlafzimmern sowie einer gemeinschaftlich genutzten Küche, zwei Bädern und einem Innenhof. Der partizipative Ansatz soll den energetischen und monetären Kostenaufwand der Bewohner möglichst geringhalten. Die Außenwand besteht aus einer Holzständerkonstruktion, deren Zwischenräume mit Lehmziegeln gefüllt werden. Diese Konstruktion wird mit Schilfmatten gedämmt und erreicht einen U-Wert von ca. $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. Die Fenster sind als Zwei-Scheiben-Verglasung mit Holzrahmen ausgeführt und weisen einen U-Wert von $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ sowie einen g-Wert von 0,65 auf. Das Satteldach weist eine Neigung von 15° auf und ist als Holzbalkendach mit Zwischen- und Untersparrendämmung konstruiert. Die Dachdeckung besteht aus gebrannten Ziegeln. Insgesamt ergibt sich für das Dach ein U-Wert von ca. $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ein Dachüberstand schützt vor Regen und direkter Sonneneinstrahlung. Die Abbildung 59 zeigt das Gebäudemodell sowie dessen Verschattungselement.

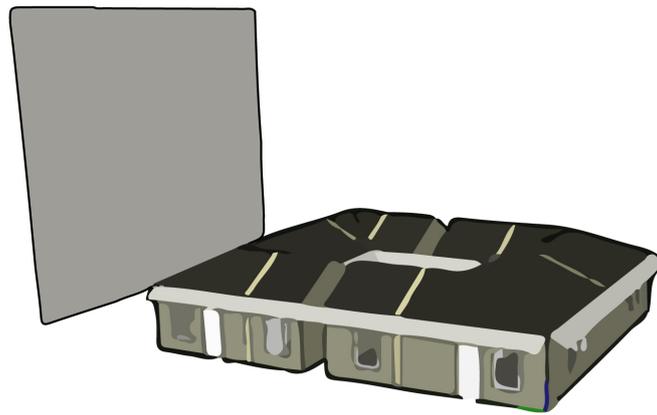


Abbildung 59 Gebäudemodell in Quito, Ecuador nach (Gester et al., 2021)

Ausführung und Ergebnisse

Die Randbedingungen der Simulation entsprechen jenen aus Fallbeispiel 5 und können Kapitel 6.2.5 entnommen werden. Im Unterschied zum Anwendungsfall 5 wird in diesem Anwendungsfall 7 aufgrund der geplanten Hanglage des Gebäudes eine Verschattung in der Simulation durch den Hang berücksichtigt. Wie in Fallbeispiel 5 und 6 konnten keine Daten zu typischen Nutzungszeiten von Wohngebäuden in Ecuador gefunden werden. Zudem konnten keine Daten zu den typischen Ferienzeiten Ecuadors gefunden werden. Aus diesem Grund werden für Deutschland typische Nutzungsprofile und Ferienzeiten angenommen.

Um die Kulturperformanz zu untersuchen, wurden zu Beginn die baukulturellen Aspekte mithilfe einer Literaturrecherche zu traditionellen Bauweisen sowie gesellschaftlichen Merkmalen Quitos durchgeführt. Des Weiteren wurden repräsentative Immobilienangebote ausgewertet, um übliche Wohnformen zu ermitteln. Abschließend wurde die Ausprägung der kulturellen Aspekte des Gebäudemodells mithilfe einer Umfrage bestimmt, welche auf Spanisch mithilfe des Tools Unipark (Tivian XI GmbH, 2021) durchgeführt wurde. Um die Umfrage zu verteilen, wurden 7 öffentliche und 18 private Universitäten in 298 Direktnachrichten per E-Mail kontaktiert. Eine Liste der kontaktierten Universitäten kann dem Anhang D7.2 entnommen werden. Der Link zur Umfrage wurde auf den Social-Media-Kanälen der öffentlichen Universitäten geteilt. Eine der öffentlichen Universitäten leitete die Umfrage zusätzlich an 200 Personen des Fachbereichs Bau- und Umweltingenieurwesen weiter. Insgesamt nahmen 94 Personen an der Umfrage teil, jedoch schlossen lediglich 20 Personen und somit ca. 20% der Teilnehmer die Umfrage ab. Um die Repräsentativität der Umfrage beurteilen zu können, wurden demografische Fragen gestellt. Auch wenn die Umfrage aufgrund der geringen Teilnehmerzahl nicht als repräsentativ eingestuft werden kann, wird dennoch auf die Auswertung der demografischen Fragen eingegangen, da Erkenntnisse daraus gezogen werden können. Diese werden am Ende des Kapitels näher erläutert. Aufgrund der geringen Teilnehmerzahl wurde die Ausprägung zusätzlich durch die Anwenderin der Methode bestimmt, einer Person mit höherem Fachwissen im Bereich kulturangepasstes Bauen. Die Berechnung der Kulturperformanz erfolgte nach der Methode aus Kapitel 5.3.2.

Die Untersuchung der sozialen Säule der Nachhaltigkeit erfolgt repräsentativ für alle Räume an zwei Schlafzimmern einer Wohneinheit.

Auch in Ecuador konnte kein Tool für eine Ökobilanzierung und keine Datenbank zu ökologischen Kennwerten gefunden werden. Aus diesem Grund wird wie in Fallbeispiel 5 und 6 die Ökobilanz mithilfe des Tools eLCA (BBSR, 2018) untersucht. Hierbei werden die Lebenszyklusphasen A1 – 3, C3, C4 und D berücksichtigt. Der Datengrundlage dienen vorrangig deutsche Kennwerte. Auch in Ecuador fehlt ein Anpassungsfaktor, welcher eine Umrechnung ermöglicht. Fehlende Daten unüblicher Baustoffe wurden durch Alternativen mit möglichst ähnlichen ökologischen Merkmalen ersetzt. Um die Transportwege abzuschätzen, wurden die Orte der Rohstoffvorkommen und die Orte der Produktionsstätten ermittelt.

Wie in Fallbeispiel 5 und 6 fehlen Daten ökonomischer Kennwerte sowie ein länderspezifisches Tool, sodass die Lebenszykluskostenanalyse mithilfe des Tools eLCA (BBSR, 2018) durchgeführt wurde. Da Daten zu technischen Anlagen in Ecuador nicht ermittelt werden konnten, beschränkt sich die Lebenszykluskostenanalyse auf die Kostengruppe KG300. In der Analyse wurde der Ort der Herstellung berücksichtigt. Neben den reinen Materialkosten fließen die Arbeits- und Maschinenkosten in die Berechnung ein.

Da analog zum Fallbeispiel 5 und 6 in Ecuador keine ökologischen und ökonomischen Vergleichsdaten von Gebäuden vorhanden sind, wird keine Bewertung durchgeführt. Die Fallbeispiele 5 und 6 haben verdeutlicht, dass ein Vergleich mit deutschen Daten aufgrund der stark abweichenden Randbedingungen nicht zielführend ist.

Klimaperformanz

Die Klimaperformanz des Gebäudes ergibt unter Berücksichtigung des Komfortbereichs nach dem Ansi/Ashrae Standard 55-2020 (2020) einem Wert von 95%. Da der Wert nahe dem maximal erreichbaren Prozentwert von 100% liegt, ist das Gebäude als klimaangepasst einzustufen. Die Übertemperaturgradstunden berechnen sich zu 1.754 Kh.

Kulturperformanz

Die Ergebnisse der Analyse der baukulturellen Kriterien kann der Tabelle des Anhangs D7.1 entnommen werden. Es zeigt sich, dass in Quito vorrangig in Wohnungen in gemieteten Privatunterkünften gelebt wird. Um die Ergebnisse der Literaturrecherche zu überprüfen und ggfs. zu ergänzen, wurden 30 Wohnungen des Immobilienportals Plusvalia (2021) im Süden Quitos untersucht, in welchem sich das untersuchte Stadtviertel Pichincha befindet. Im Durchschnitt weisen die Wohnungen eine Fläche von ca. 90 m² auf. Zudem verfügen die Wohnungen über eine ca. genauso große überdachte Terrasse oder einen ebenfalls ca. 90 m² großen überdachten öffentlichen Garten. Die Wohnungen verfügen im Durchschnitt über ca. 2,5 Zimmer und 1,5 Badezimmer. Das Wohnungsalter beträgt durchschnittlich ca. 16 Jahre. Nachfolgende Abbildung 60 zeigt die Auswertung der Ausstattung sowie der Infrastruktur der untersuchten Wohnungen.

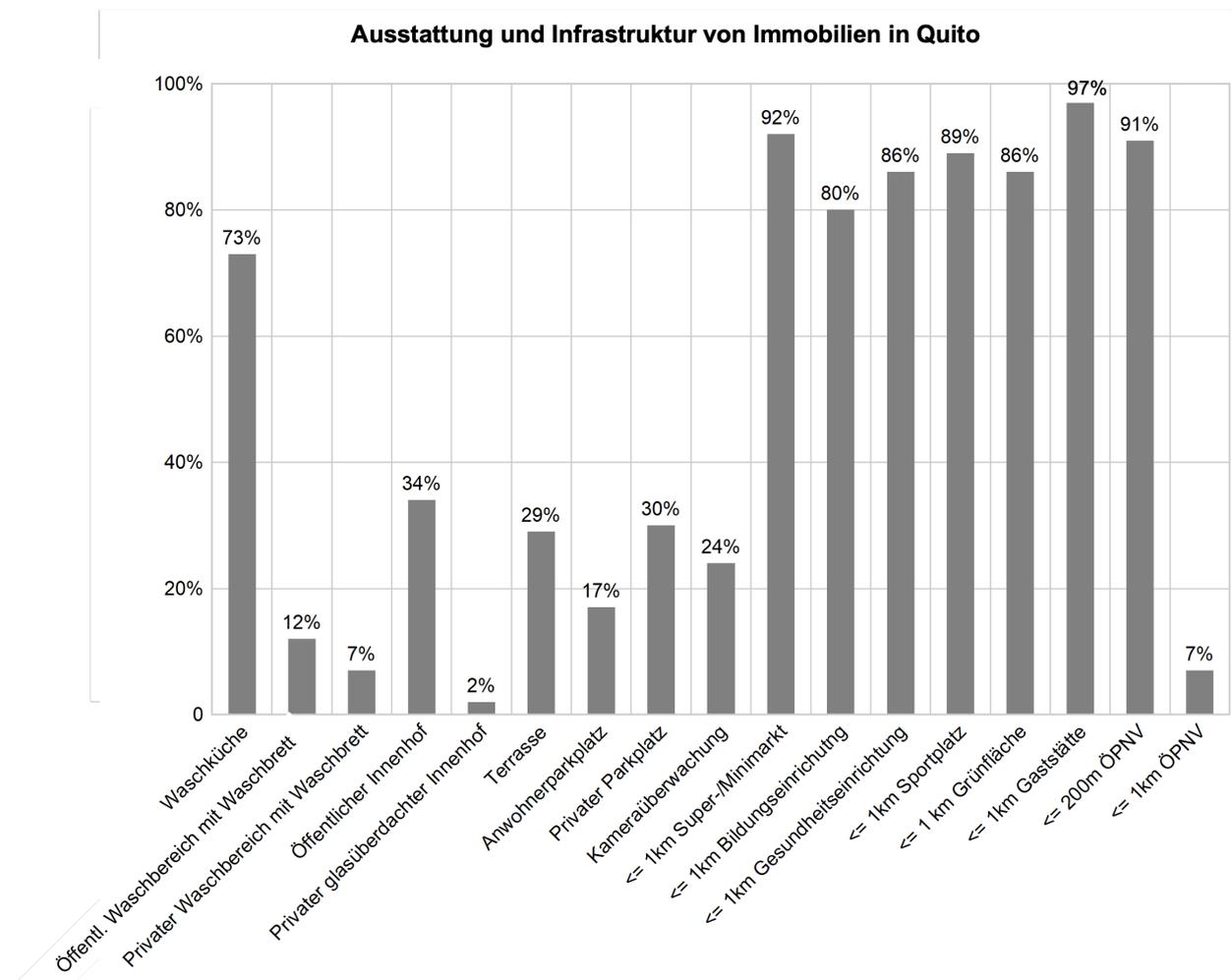


Abbildung 60 Auswertung der Analyse von Ausstattung und Infrastruktur von Immobilien in Quito in Immobilienanzeigen nach (Gester et al., 2021)

Häufig findet man Waschküchen, einen öffentlichen Innenhof, Terrassen sowie Parkplätze vor. Seltener verfügen die Wohnungen über einen Waschbereich mit Waschbrett oder einen privaten Innenhof. Ca. 21% der Wohnungen sind videoüberwacht. Die Auswertung der Infrastruktur der Gebäude zeigt, dass im näheren Umkreis üblicherweise Supermärkte, Bildungseinrichtungen, Gesundheitseinrichtungen, Sportplätze, Grünflächen sowie der öffentliche Nahverkehr vorzufinden sind. Die Ergebnisse der Auswertung ergänzen die baukulturellen Aspekte, welche mithilfe der Literaturrecherche identifiziert werden konnten. Die Ergebnisse der durchgeführten Umfrage zeigen, dass ein partizipatives Zusammenleben lediglich von für 10% der Befragten infrage kommt. Insbesondere die gemeinsame Nutzung der Bäder und Küche wird abgelehnt, da die Privatsphäre durch dieses Konzept als beeinträchtigt angesehen wird. 80% der Befragten sind der Meinung, dass eine Trinkwasser- und Abwasserversorgung am Standort umsetzbar sind und als positiv empfunden wird. Die Wahl des Standorts im Stadtviertel Pichincha wird jedoch von 93% der Befragten abgelehnt. Dies wird mit einem hohen Gefährdungspotenzial durch Kriminalität und Naturkatastrophen wie Schlammlawinen und Erdbeben sowie dem Fehlen einer guten Infrastruktur und Dienstleistungen begründet. Der Grundriss wird ebenfalls nur von 18% der Befragten als positiv empfunden. Die Größe des Innenhofs wird als zu klein empfunden. Zudem wird bemängelt, dass die Appartements über

ein Schlafzimmer betreten werden. Dies steht im Widerspruch zu den ermittelten kulturellen Aspekten, welche aufzeigen, dass die Wohneinheit üblicherweise über den Aufenthaltsraum betreten wird. Das Vorhandensein eines Innenhofs wird positiv bewertet, da dies als Berücksichtigung des kulturellen Erbes empfunden wird. Jedoch wird darauf hingewiesen, dass dieser als Garten oder Waschbereich genutzt werden sollte und nicht als Essbereich. Auf das Überdachen des Innenhofs wird aufgrund der starken Niederschläge in Quito mehrfach hingewiesen. Das Fehlen einer Waschküche wird als negativer Aspekt genannt. Die Auswertung der demografischen Daten zeigt, dass die Umfrageteilnehmer zu 84% männlichen Geschlechts sind. Eine Gegenüberstellung der Altersverteilung der Umfrage sowie der Bevölkerung Ecuadors (Destatis, 2021a) kann dem Anhang D7.3 entnommen werden. Da die Altersverteilungen sich stark unterscheiden und der Frauenanteil der Umfrage mit 16% nicht dem Frauenanteil Ecuadors von ca. 50% (The World Bank IBRD IDA, 2021) entspricht, ist die Umfrage nicht repräsentativ. Vor dem Hintergrund, dass die Umfrage ausschließlich über Universitäten in Umlauf gebracht wurde, ist die Altersverteilung mit 0% Teilnehmer im Alter von über 15 bis 25 Jahren und lediglich 11% im Alter von 25 bis 50 Jahren ein unübliches Ergebnis. Des Weiteren ist die Teilnehmeranzahl zu gering, sodass die Ergebnisse der Umfrage lediglich als Orientierung dienen. Die Bestimmung der Ausprägung erfolgt aus diesen Gründen durch die Anwenderin der Methode, welche ein überdurchschnittliches Wissen zum kulturangepassten Bauen besitzt. Die Ausprägungsbestimmung kann dem Anhang D7.4 entnommen werden. Insgesamt ergibt sich eine Kulturperformanz von 44%. Da der Wert in der unteren Hälfte des maximal erreichbaren Prozentwertes von 100% liegt, ist das Gebäude eher als kulturunangepasst einzustufen.

Soziale Komponente der Nachhaltigkeit

Bei Betrachtung der lufthygienischen Behaglichkeit zeigt sich, dass die Werte des CO₂-Gehalts den Grenzwert von 1.000 ppm zu keinem Zeitpunkt überschreiten. Der maximale CO₂-Gehalt liegt bei 650 ppm. Die lufthygienische Behaglichkeit ist somit positiv zu bewerten.

Der PPD als Indikator der thermischen Behaglichkeit erreicht im großen Schlafzimmer maximal ca. 28%, im kleinen Schlafzimmer ein Maximum von ca. 18%. Im Durchschnitt liegen die Werte im großen Schlafzimmer bei 15% und im kleinen Schlafzimmer bei 8%. Mit einem maximalen Wert von 28% weicht der PPD deutlich vom optimalen Wert von 5% ab und ist nach DIN EN 16798-1 (2022) keiner Kategorie mehr zuzuordnen. Der PMV schwankt ganzjährig in beiden Räumen i. d. R. zwischen -0,8 und 0,1, sodass die Räume eher als zu kühl empfunden werden. Dennoch liegen die Werte des PMVs in einem akzeptablen Bereich. Insgesamt sollten jedoch Maßnahmen ergriffen werden, um die höheren PPD-Werte zu verhindern. In diesem Beispiel zeigt sich, dass die Klimaanpassung sehr hoch sein kann (hier: 95%) bei einer gleichzeitig geringen thermischen Behaglichkeit. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass die Klimaperformanz unter Berücksichtigung des Komfortbereichs nach dem Ansi/Ashrae Standard 55-2020 (2020) berechnet wurde, welcher einen deutlich größeren Innenraumtemperaturbereich als komfortabel definiert im Vergleich zum System nach Fanger (1970). Wie bereits in Fallbeispiel 1 und 3 aufgezeigt, ergeben sich für die Klimaperformanz schlechtere Werte bei Verwendung eines Komfortbereichs eines anderen Standards.

Ökologische Komponente der Nachhaltigkeit

Der Endenergiebedarf beträgt im Gebäudemodell des Anwendungsfalls 7 ca. 143 kWh/m²*a. Die mithilfe der Ökobilanz ermittelten Werte des Primärenergiebedarfs und des Treibhauspotenzials über die Lebenszyklusphasen können der Tabelle 42 entnommen werden. Es zeigt sich, dass der Großteil des Primärenergiebedarfs in den Lebenszyklusphasen A1-A3 entsteht. Der hohe negative Wert des Treibhauspotenzials in der Phase D wird durch das hohe Recyclingpotenzial des Lehmputzes, der Lehmsteine und der Tondachziegel erreicht. Der negative Wert in den Herstellungsphasen A1-A3 ist auf die Speicherung von biogenem Kohlenstoff während des Wachstums des Holzes zurückzuführen. Ein Teil des gespeicherten Kohlenstoffs wird beim Abbau des Gebäudes in der Phase C3 wieder freigesetzt. Ein hoher Wert entsteht zudem durch die Entsorgung des Schaumglases und Lehmputzes.

Tabelle 42 Primärenergiebedarf und Treibhausgas der Lebenszyklusphasen des Gebäudemodells in Quito, Ecuador nach Gester et al. (2021)

Ökologische Kennwerte	A1-3	C3	C4	D
Primärenergiebedarf nicht-erneuerbar [kWh/m ² _{NGF} *a]	20	0,5	0,2	-15
Primärenergiebedarf erneuerbar [kWh/m ² _{NGF} *a]	30	0,06	0,02	-3,6
Treibhauspotenzial [kg CO _{2e}] *10 ³	-16	58	0,3	-21

A=Herstellung und Errichtung, B=Nutzung, C=Entsorgung, D=Wiederverwertung

Ökonomische Komponente der Nachhaltigkeit

Wie bereits beschrieben, werden nur Kosten der KG300 berücksichtigt. Insgesamt ergeben sich für die Konstruktion des Gebäudekonzeptes inklusive der Arbeitszeit Kosten von ca. 51.000 Euro. Das Fundament verantwortet dabei 46% der Kosten und somit den größten Anteil der Gesamtkosten.

Aufgrund mangelnder Vergleichsdaten erfolgt weder eine Bewertung der ökologischen noch der ökonomischen Säule der Nachhaltigkeit. Eine Bewertung anhand von deutschen Vergleichsdaten wird aufgrund der stark abweichenden Randbedingungen als nicht zielführend angesehen.

Nachfolgende Tabelle 43 gibt einen Überblick zu den ermittelten Bewertungsgrößen des Gebäudemodells in Quito, Ecuador.

Tabelle 43 Daten der Bewertungsgrößen des Wohngebäudemodells am Standort Quito, Ecuador nach (Gester et al., 2021)

KLP	KUP	PPD _{max}	CO ₂	EE ¹	PEe ²	PEne ³	THP ⁴
[%]	[%]	[%]	[ppm]	[kWh/m ² _{BGF(b)} *a]	[kWh/m ² _{BGF(b)} *a]	[kWh/m ² _{BGF(b)} *a]	[kg CO _{2e}] *10 ³
95	44	28	<1.000	143	26,5	5,7	20,7

¹Endenergiebedarf; ²Primärenergiebedarf erneuerbar; ³Primärenergiebedarf nicht-erneuerbar; ⁴Treibhauspotenzial

Erkenntnisse

Der Anwendungsfall 7 zeigt, dass auch hier ausreichend genaue Klimadaten vorhanden sind, um die Klimaperformanz zu ermitteln. Um die Genauigkeit der Klimaperformanz zu erhöhen, benötigt es Daten zum Komfortbereich der Bewohner Quitos sowie Daten zu üblichen Nutzungszeiten von Wohngebäuden. Zudem fehlen Informationen zu den Ferienzeiten, sodass diese in der Simulation nicht berücksichtigt werden konnten. Ein Austausch mit Kontaktpersonen in Quito sowie weitere Forschung zum landesspezifischen Komfortbereich der Bewohner könnte Aufschluss bieten.

Bei der Untersuchung der Kulturperformanz zeigt sich wie in Kapitel 4 und 5, dass die Bereitschaft zur Teilnahme an einer Umfrage i. d. R. zu gering ist. Zudem ist bei einer zufälligen Auswahl die Repräsentativität oftmals nicht gegeben, da die durchschnittlichen demografischen Angaben der Teilnehmer sich stark von jenen der Bevölkerung unterscheiden. In Quito standen einige statistische Auswertungen zu Wohnstrukturen zur Verfügung, welche als Grundlage zur Analyse baukultureller Aspekte dienten. Zudem lieferte die Analyse der Immobilienangebote weitere Erkenntnisse. Der Vorteil dieses Vorgehens ist, dass mit wenig Ressourcen viele Informationen beschafft werden können. Zudem ist davon auszugehen, dass die Informationen aktuell sind. Der Nachteil ist, dass die Auswahl der untersuchten Immobilienangebote (sodass diese für den Wohnbestand repräsentativ ist) und die Auswertung sehr viel Zeit in Anspruch nehmen.

Die Untersuchung der ökologischen und ökonomischen Säule der Nachhaltigkeit zeigt auch hier, dass zu wenig Kennwerte zur Verfügung stehen. Insbesondere fehlen ecuadorianische Vergleichswerte, welche eine Bewertung der Ergebnisse der Ökobilanz und Lebenszykluskostenanalyse ermöglichen.

6.2.8 Fallbeispiel 8: Bergen, Norwegen

Untersuchungsschwerpunkt und Randbedingungen

Das Fallbeispiel 8 untersucht wie Fallbeispiel 5 und 7 die Klima- und Kulturperformanz sowie die drei Säulen der Nachhaltigkeit. Als Basis des Anwendungsfalls dienen die Studienarbeiten nach Kilic et al. (2021); Wieser et al. (2021)

Das untersuchte Gebäudemodell entspricht dem Gebäudetyp Wohnhaus. Eine Unterscheidung in Szenarien wird bei dieser Untersuchung nicht vorgenommen. Das Modell wird als klima- und kulturangepasst eingestuft. Wie in Fallbeispiel 2 befindet sich das Gebäude in Norwegen. Der Standort Bergen repräsentiert im Gegensatz zu Vargo aus dem Anwendungsfall 2 die warmgemäßigte, immerfeuchte Klimazone Cfb. Wie bereits in Fallbeispiel 2 aufgeführt, weist Norwegen mit einem HDI von 0,957 eine „sehr hohe menschliche Entwicklung“ auf (UNDP, 2020).

Um das untersuchte Gebäude zu konzipieren, wurde zu Beginn eine Klimaanalyse mithilfe des Tools Climate Consultant (University of California, 1976) durchgeführt. Anschließend wurden Handlungsempfehlungen bzgl. des vorhandenen Klimas in der Literatur recherchiert (Blohm, 2007; Hausladen et al., 2012; Hoiberg, 2017; Jonassen et al., 2013; Lorange & Myhre, 1991) und in der Gebäudekonzeption berücksichtigt. Um baukulturelle Aspekte in der Planung mit einzubeziehen, wurde eine Literaturrecherche zu traditionellen Bauweisen in Bergen sowie zu gesellschaftlichen Gesichtspunkten durchgeführt (Central Intelligence Agency, 2022; Destatis, 2020; Foißner, 2014; Kaland, 2016; Kaushik, 2010; Köhler, 2020; Martela et al., 2020; Venvik et al., 2016). Eine erarbeitete Checkliste kulturspezifischer Aspekte basierend

auf der Literaturrecherche kann dem Anhang D8.1 entnommen werden. Das Gebäude orientiert sich hinsichtlich der Anforderungen an die Gebäudeparameter an einem Beispielobjekt in Sørumsand nach Blohm (2007).

Das untersuchte Gebäude ist als Einfamilienhaus mit einer Einliegerwohnung im Kellergeschoss (KG) geplant. Der Grundriss des Gebäudes weist im Erdgeschoss einen Aufenthaltsraum mit Ess-, Wohn- und Küchenbereich sowie ein Gäste-WC auf. Im Obergeschoss befinden sich zwei Kinderzimmer, zwei Bäder sowie ein Elternschlafzimmer. Das Gebäude verfügt zudem über einen Wintergarten, eine Terrasse sowie einen Balkon im Obergeschoss. Die Außenwand ist wie in Norwegen typisch als hinterlüftete Holzrahmenbauweise mit Holzverkleidung ausgeführt. Die Zwischenräume werden mit Zellulosefasern gedämmt. Der U-Wert der Außenwand beträgt $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$. Die Fenster weisen eine Dreifach-Isolierverglasung sowie einen gedämmten Fensterrahmen auf und sind als Dreh-Kipp-Fenster ausgeführt. Der U-Wert der Fenster beträgt $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Das Satteldach ist als Sparrendach ausgeführt. Die Unter- sowie Zwischensparrendämmung besteht aus Zellulosefasern. Auf der einen Seite ist das Dach mit Schieferplatten aus Norwegen gedeckt, auf der anderen Seite wird eine Dachbegrünung angelegt. Insgesamt erreicht das Dach einen U-Wert von $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$. Nachfolgende Abbildung 61 zeigt das Gebäudemodell.

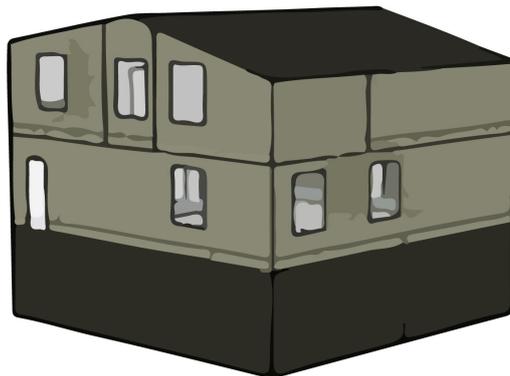


Abbildung 61 Gebäudemodell in Bergen, Norwegen nach (Wieser et al., 2021)

Ausführung und Ergebnisse

Die Simulation gleicht in den Randbedingungen dem Fallbeispiel 5 aus Kapitel 6.2.5. Wie in den vorherigen Fallbeispielen 5, 6 und 7 konnten keine Daten zu typisch norwegischen Nutzungsprofilen von Wohngebäuden gefunden werden. Abermals werden ersatzweise typisch deutsche Daten verwendet. Die Ferienzeiten Norwegens werden nach den Angaben von Schulferien Europa (2021) berücksichtigt.

Um die Kulturperformanz zu ermitteln, wurden in dieser Fallstudie 8 unterschiedliche Methoden kombiniert. Die Identifizierung der kulturellen Aspekte erfolgte mithilfe einer Literaturrecherche, einer Umfrage und einem Experteninterview. Anhand der Literaturrecherche wurde eine Checkliste der Baukultur erstellt, welche als Grundlage für die Umfragen und das Interview dient. Die Umfrage erfolgte auf Englisch mithilfe des Tools Unipark (Tivian XI GmbH, 2021) und wurde durch Kontaktpersonen an der Universität in Bergen in Umlauf gebracht. Zudem erfolgte eine Veröffentlichung auf Social-Media-Kanälen, um so eine höhere

Teilnehmerzahl zu ermöglichen. Insgesamt nahmen 15 Personen teil. Aufgrund der geringen Teilnehmerzahl wurden zusätzlich in einem Experteninterview Daten erhoben. Dazu wurden Experten identifiziert und Kontakt mit der örtlichen Baubehörde in Bergen, Architekturbüros und Professoren der Architektur Fakultät in Bergen aufgenommen. Ein Professor im Fachbereich Design der Fakultät für Bildende Künste, Musik und Design der Universität Bergen erklärte sich bereit, an einem Interview als Experte teilzunehmen. Das Experteninterview fand digital statt. Die Prioritäten und die Ausprägung der baukulturellen Aspekte im Gebäudekonzept wurden auf Basis des Interviews sowie der Umfragen von den Anwenderinnen der Methode bestimmt.

Die Ökobilanz erfolgte hier analog zum Fallbeispiel 2, welches ebenfalls einen Standort in Norwegen behandelt, mithilfe des Programms One Click LCA (2021a). Es wurde auf die vorrangige Verwendung norwegischer Produkte geachtet, welche eine EDP ausgewiesen haben. Sollten die hersteller-spezifischen Angaben fehlen, fanden durchschnittliche norwegische Datensätze der Datenbank Ecoinvent (2021) in der Bilanz Berücksichtigung. Im Fall des Fehlens von hersteller-spezifischen Angaben sowie durchschnittlichen norwegischen Datensätzen eines Baustoffes wurden Produkte eines Nachbarlandes bilanziert. Sollten auch diese Daten nicht gegeben sein, erfolgte die ersatzweise Verwendung deutscher Daten. Die Transportwege für Produkte aus Norwegen wurden entsprechend den Datensets des Tools One Click LCA (2021a) angesetzt. Für importierte Produkte wurde die kürzeste Route bestimmt und als Transportweg bilanziert. Für die Lebenszyklusphase A5, die Konstruktions- und Installationsphase, wurde nach den Standarddaten des Tools ein durchschnittlicher Energie- und Kraftstoffverbrauch sowie eine durchschnittliche Abfallrate für nordische Baustellen verwendet. Die Daten der Instandsetzungsphase (Lebensdauer der Baustoffe etc.) entsprechen dem Datensatz des Tools. Da das Tool ausschließlich das Treibhauspotenzial ausgibt, werden andere Kennwerte wie beispielsweise der Primärenergiebedarf (vgl. Fallstudie 5 und 7) im Rahmen dieser Fallstudie 8 nicht untersucht. Die Bewertung der Ökologie erfolgt anhand norwegischer und globaler Referenzobjekte der Kategorie „Einfamilienhaus“ des Carbon Heroes Benchmark Programms des verwendeten Tools (One Click LCA, 2021a).

Um die Ökonomie des Gebäudes zu untersuchen, wird die Lebenszykluskostenanalyse mithilfe des Tools Cravezero (2020) durchgeführt. Da in Norwegen keine öffentlich zugängliche Literatur zu Baukosten gefunden werden konnte (vgl. Baukostenindextabellen in Deutschland), wurden ersatzweise deutsche Werte verwendet. Die Materialwerte umfassen dabei auch den Arbeitsaufwand. Die Strom- und Grundstückspreise wurden mithilfe einer Literaturrecherche (Holm, 2021; Numbeo doo, 2021) ermittelt und entsprechen den aktuellen Preisen in Norwegen. Der pauschale Wartungsaufwand wird in Anlehnung an den Zinssatz von 1,5% ebenfalls auf 1,5% festgesetzt. Die Referenzzeit der Lebenszykluskostenanalyse beträgt 40 Jahre, und entspricht somit dem maximalen Wert, welcher im Tool einstellbar ist. Die Analyse berücksichtigt im Gegensatz zur Ökobilanz die Installationen, Gebäudetechnik und Raumausstattung mittels Kostenschätzungen. Somit können die Instandhaltungskosten über den Nutzungszeitraum mit einbezogen werden. Aufgrund der mangelnden Datengrundlage und des Planungsstands des Gebäudekonzeptes liefert die Lebenszykluskostenbetrachtung eine Schätzung.

Klimaperformanz

Die Klimaperformanz für das gesamte Gebäude entspricht in diesem Fallbeispiel dem Mittelwert aus der Performanz des Aufenthaltsraums, des Schlafzimmers und den Kinderzimmern. Somit sind die Räume berücksichtigt, welche die höchste Aufenthaltsdauer aufweisen. Der Komfortbereich wurde entsprechend den Randbedingungen nach dem Ansi/Ashrae Standard 55-2020 (2020) definiert. Insgesamt ergibt sich eine Klimaperformanz von ca. 48%. Da dieser Wert in der unteren Hälfte des maximal erreichbaren Prozentwertes von 100% liegt, ist das Gebäude als eher klimaunangepasst einzustufen. Die Übergrad-temperaturstunden ergeben einen Wert von 9.823 Kh.

Kulturperformanz

Zu Beginn wurde eine Checkliste der baukulturellen Einflüsse erstellt, welche dem Anhang D8.1 entnommen werden kann. Anschließend wurde eine Umfrage auf Basis der Checkliste formuliert und durchgeführt. Ein Großteil der Befragten bevorzugt als Wohnort den südlichen, moderneren Teil der Stadt. Das freistehende Einfamilienhaus weist die höchste Beliebtheit unter den Befragten auf, dicht gefolgt von Zweipartei-Häusern sowie Mehrfamilienhäusern. Reihenhäuser sind weniger gefragt. Bezüglich der Optik werden die Gebäude im Stadtviertel Bryggen vorrangig als repräsentative Bauweise Bergens verstanden. Hinsichtlich des Baustils zeigt sich unter den Teilnehmern keine eindeutige Präferenz. Das Gebäude sollte laut einer klaren Mehrheit der Befragten ein Steildach sowie eine Holzfassade aufweisen. Die Farben weiß und rot werden vorrangig für die Fassadengestaltung genannt. Insgesamt zeigt sich, dass Holz der meist verwendete und bevorzugte Baustoff der Befragten ist. Bezüglich des Raumkonzeptes zeigen sich Tendenzen. Neben einer offenen Küche wird insgesamt eine Kombination aus offenem und geschlossenem Grundriss bevorzugt. Präferierte Ausstattungsmerkmale sind ein Abfallverwertungssystem, eine Feuerstelle sowie eine Kücheninsel. Des Weiteren zeigt sich, dass die Umweltfreundlichkeit des Gebäudes von hoher Relevanz ist. Üblicherweise werden die Gebäude mithilfe von Solarenergie, Geothermie oder anderen erneuerbaren Energiequellen versorgt. Ein Großteil der Befragten ist der Meinung, dass zum Teil der traditionelle Stil bewahrt und teilweise ein modernisierungsorientierter Ansatz gewählt werden sollte. Neben der Befragung zu den baukulturellen Aspekten sowie zu Präferenzen wurden die Teilnehmer zur Relevanz der einzelnen Kategorien befragt, um so eine Priorisierung ableiten zu können. Von höherer Priorität wurde die Kategorie eingestuft, welche am häufigsten als „sehr wichtig“ eingestuft wurde. Gleichen sich die Anzahl der Nennungen, wird betrachtet, welche der Kategorien häufiger als „ziemlich wichtig“ beurteilt wurde. Die Befragung ergab nachfolgende Rangfolge der unterschiedlichen Kategorien:

1. Umweltfreundlichkeit
2. Ästhetik
3. Umgebung
4. Gebäudetyp
5. Lokale Merkmale/Traditionelle Gestaltung
6. Privatsphäre und Grundriss
7. Anforderungen an die Beleuchtung
8. Ausstattung
9. Vorhandensein eines Kellers

Die Ergebnisse der gesamten Umfrage können dem Anhang D8.2 entnommen werden. Die Auswertung der demografischen Daten zeigt, dass von den 15 Personen zwei aus Bergen stammen. Die weiteren 13 Teilnehmer leben bereits länger in Bergen oder Norwegen. Mit 87% haben vorrangig Personen zwischen 18 und 29 Jahren an der Umfrage teilgenommen. Die restlichen 13% der Befragten sind zwischen 30 und 50 Jahren alt. Da in Bergen ca. 16% der Bewohner zwischen 20 und 29 Jahren und 28% zwischen 30 und 49 Jahren alt sind (Brinkhoff, 2022), ist die Gruppe, welche an der Umfrage teilgenommen hat, nicht als repräsentativ anzusehen. Zudem ist die Teilnehmeranzahl für eine Repräsentativität zu gering. Aus diesem Grund wurde zusätzlich ein Experteninterview durchgeführt. Dieses soll weitere Informationen liefern. Das Interview behandelt dazu die historische Entwicklung Bergens, den heutigen Zustand sowie Prognosen für die künftige Entwicklung. Die Erkenntnisse aus dem Interview können dem Anhang D8.3 entnommen werden. Auf Basis der Informationen aus der Umfrage und dem Interview wurde das vorhandene Gebäudekonzept bezüglich der Ausprägung baukultureller Aspekte untersucht. Die festgestellte Ausprägung der jeweiligen Kriterien sowie die Bestimmung der Kulturperformanz unter Berücksichtigung der Priorisierung kann der Tabelle im Anhang D8.4 und D8.5 entnommen werden. Insgesamt ergibt sich für das untersuchte Gebäudekonzept eine Kulturperformanz von 91%. Da dieser Wert nahe am maximal erreichbaren Wert von 100% liegt, kann gefolgert werden, dass das Gebäude kulturelle Aspekte berücksichtigt.

Soziale Komponente der Nachhaltigkeit

Die Betrachtung der lufthygienischen Behaglichkeit zeigt, dass der Grenzwert des CO₂-Gehalts in den beiden Kinderzimmern mit ca. 1.400 ppm überschritten wird. Die Maximalwerte liegen im Wohnzimmer bei ca. 900 ppm und im Schlafzimmer bei ca. 800 ppm. Die lufthygienische Behaglichkeit des Gebäudes kann im Wohn- und Schlafzimmer der Eltern positiv bewertet werden. In den Kinderzimmern wird der Grenzwert des CO₂-Gehalts um 400 ppm überschritten. Somit ist die lufthygienische Behaglichkeit in diesen beiden Räumen der untersten Kategorie 4 nach DIN EN 16798-1 (2022) zuzuordnen.

Für die thermische Behaglichkeit ergeben sich in den Räumen durchschnittliche Werte des PPDs von ca. 7% bis 9%. Der Maximalwert tritt im Kinderzimmer 2 auf und liegt bei 55%. Die maximalen PMV-Werte schwanken zwischen -0,8 und 1,6. Dies zeigt, dass die Räume teilweise zu kühl und teilweise zu warm empfunden werden. Die thermische Behaglichkeit ist mit einem maximalen PPD-Wert von 55% als unzureichend einzustufen. Der Wert ist nach DIN EN 16798-1 (2022) keiner Kategorie zuzuordnen. Insbesondere im Kinderzimmer 2 sollten Maßnahmen ergriffen werden.

Ökologische Komponente der Nachhaltigkeit

Die ökologische Qualität des Gebäudes wird in dieser Fallstudie mithilfe des Endenergiebedarfs sowie des Treibhauspotenzials untersucht. Der Endenergiebedarf des Gebäudes liegt bei 105 kWh/m²a. Dieser vergleichsweise hohe Bedarf (vgl. Fallbeispiel 2) kann u. a. auf die schlechte Klimaanpassung des Gebäudes zurückgeführt werden. Das Treibhauspotenzial der Lebenszyklusphasen kann nachfolgender Tabelle 44 entnommen werden. Um die Auswirkungen des Treibhauspotenzials zu verdeutlichen, werden diese auf Basis der Kostensätze für Treibhausgasemissionen nach Matthey und Bünger (2020) in einen ökonomischen Kontext gesetzt. Dabei werden die Werte für das Jahr 2020 angesetzt, Kostensteigerungen während

der Nutzungsphase des Gebäudes werden vernachlässigt. Die Klimakosten 1 repräsentieren das Szenario, dass das Wohl heutiger Generationen gegenüber dem künftiger überwiegt. Hier werden Kosten von 195 Euro pro Tonne CO₂ angesetzt. Die Klimakosten 2 bilden das Szenario ab, dass das Zukunftwohl gegenüber dem Gegenwartwohl überwiegt und rechnet mit 680 Euro pro Tonne CO₂.

Tabelle 44 Treibhauspotenzial und Klimakosten der Lebenszyklusphasen des Gebäudemodells in Bergen, Norwegen nach Wieser et al. (2021)

Ökologische Kennwerte	A1-A3	A4	A5	B4-B5	B6	B8	C1-C4	D
Treibhauspotenzial [kg CO ₂ e] *10 ³	50,8	6,2	10,2	16,6	9,5	103,7	4,3	-25,3
Klimakosten 1 [€ ₂₀₂₀ /tCO ₂] *10 ³	9,9	1,2	2,0	3,2	1,9	20,2	0,8	-4,9
Klimakosten 2 [€ ₂₀₂₀ /tCO ₂] *10 ³	34,5	4,2	6,9	11,3	6,5	70,5	2,9	-17,2

A=Herstellung und Errichtung, B=Nutzung, C=Entsorgung, D=Wiederverwertung

Insgesamt zeigt sich bei Vernachlässigung der durch Mobilität der Nutzer verursachten Kosten (B8) wie in nachfolgender Abbildung 62 dargestellt, dass die Lebenszyklusphasen A1-A3 hinsichtlich des Treibhauspotenzials, der Klimakosten 1 und 2 den größten Anteil am Gesamtausstoß bzw. an den Gesamtkosten darstellt.

Treibhausgase kg CO₂e - Lebenszyklusphasen

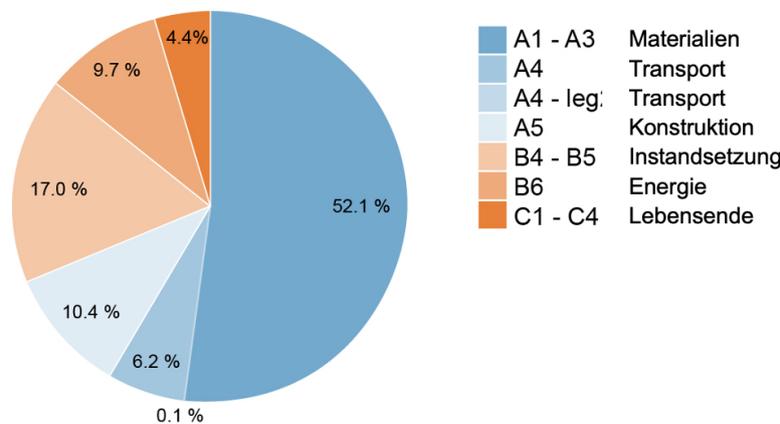


Abbildung 62 Anteile der Treibhausgasemissionen nach Lebenszyklusphase nach (Wieser et al., 2021)

Die Materialauswahl hat demnach den größten Einfluss auf die Ökobilanz des Gebäudes. Das Treibhauspotenzial, welches durch Transporte verursacht wird, ist aufgrund der Verwendung von überwiegend regionalen Produkten vergleichsweise gering. Das nachfolgende Sankey-Diagramm veranschaulicht die Stoffstromflüsse nach Lebenszyklusphasen, Bauteilen und Ressourcentypen. Die Phasen A5 und B6 werden dabei vernachlässigt, um den Fokus auf die Herstellung zu legen.

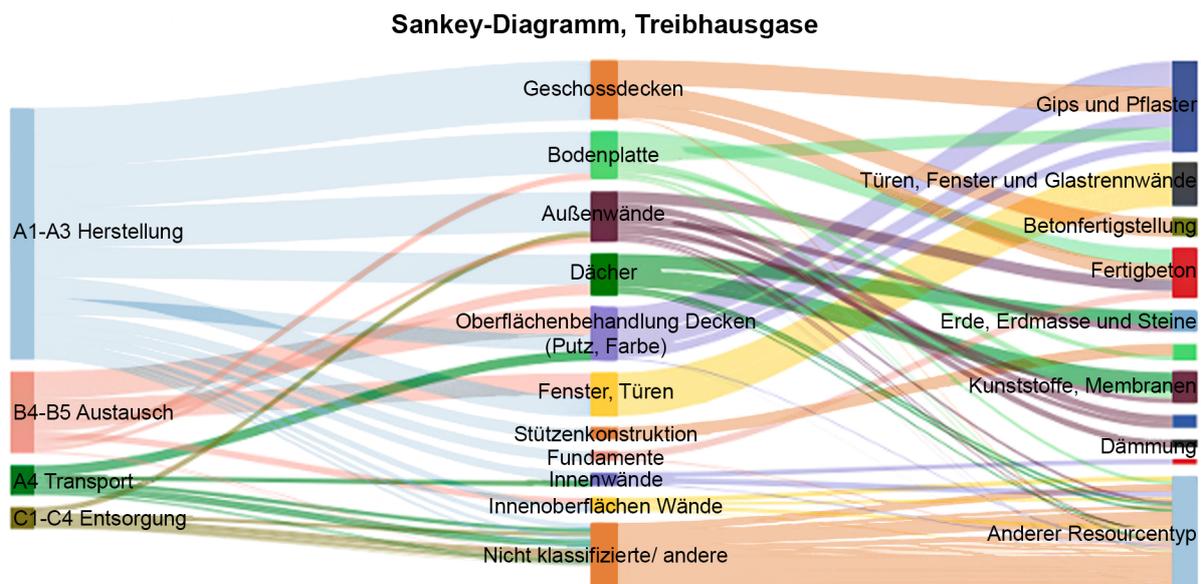


Abbildung 63 Stoffströme des Gebäudes in Bergen, Norwegen dargestellt im Skankey Diagramm nach (Wieser et al., 2021)

Die Bewertung der Ökologie des Gebäudes erfolgt wie in Fallbeispiel 2 auf Basis von norwegischen und internationalen Vergleichsobjekten. Wie Abbildung 64 aufzeigt, kann das Gebäude nach norwegischen Standards der Kategorie C zugeordnet werden. Im internationalen Kontext ist das Gebäude der Kategorie B zuzuordnen. Da die Bilanzierung die Gebäudetechnik vernachlässigt, ist davon auszugehen, dass das Gebäude etwas schlechter einzustufen ist.

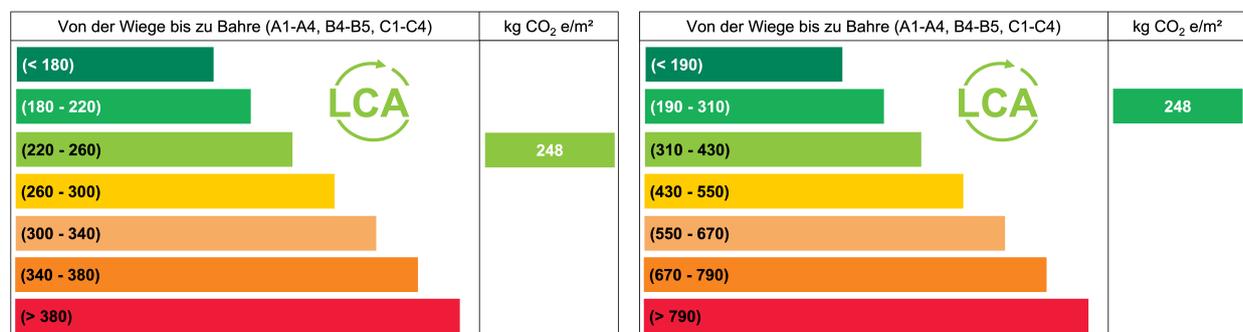


Abbildung 64 Einstufung des Treibhauspotenzials im Vergleich zu durchschnittlichen norwegischen (links) und internationalen (rechts) Werten nach (One Click LCA, 2021a; Wieser et al., 2021)

Ökonomische Komponente der Nachhaltigkeit

Nachfolgende Tabelle 45 zeigt die Kosten der unterschiedlichen Phasen. Die Baukosten übersteigen in diesem Beispiel die Betriebs- und Erhaltungskosten. Insgesamt ergeben sich Kosten von 4.577 €/m² bzw. Kosten von 117 €/m²*a.

Tabelle 45 Lebenszykluskosten des Gebäudes in Bergen, Norwegen nach (Wieser et al., 2021)

Phase	Kosten
Grundstück + Vorbereitung + Planung	295.000 €
Baukosten	671.261 €
Gebäude	359.261 €
Gebäudetechnik	126.000 €
Sonstiges	186.000 €
Betrieb & Erhalt	443.077 €
Energiebedarf	58.117 €
Instandhaltungskosten	384.960 €

Eine Bewertung der Ökonomie ist aufgrund mangelnder Vergleichsdaten nicht umsetzbar. Die DGNB e.V. (2018b) veröffentlicht lediglich Vergleichskosten für Wohngebäude mit mehr als 6 Wohnparteien, was auf das hier untersuchte Gebäude nicht zutrifft.

Nachfolgende Tabelle 46 gibt einen Überblick zu den ermittelten Bewertungsgrößen des Gebäudemodells in Bergen, Norwegen.

Tabelle 46 Daten der Bewertungsgrößen des Wohngebäudemodells am Standort Bergen, Norwegen nach (Wieser et al., 2021)

KLP [%]	KUP [%]	PPD _{max} [%]	CO ₂ [ppm]	EE ¹ [kWh/m ² _{BGF(b)} *a]	THP ² [kg CO ₂ e] *10 ³	GK ³ [€/m ²]
48	91	55	>1.000	105	72,3	4.577

¹Endenergiebedarf; ²Treibhauspotenzial; ³Gesamtkosten

Erkenntnisse

Ähnlich wie in Fallbeispiel 2 zeigt sich in diesem Fallbeispiel 8, dass in Norwegen ausreichend Klimadaten vorhanden sind. Um genauere Ergebnisse hinsichtlich der Klimaperformanz zu erzielen, sind Daten zu üblichen Nutzungszeiten von Wohngebäuden in Norwegen sowie zum Komfortbereich der operativen Innenraumtemperatur notwendig. Daten dazu konnten nicht ermittelt werden.

Die Untersuchung der Kulturperformanz zeigt auch in diesem Beispiel, dass eine Umfrage häufig in einer zu geringen Teilnehmerzahl resultiert. Zudem ist bei einer zufälligen Auswahl der Teilnehmenden oftmals keine Repräsentativität gegeben. Ein Experteninterview kann, wie auch in diesem Fallbeispiel, Aufschluss geben. Die Untersuchung der Behaglichkeit als Teil der sozialen Komponente der Nachhaltigkeit ist in Norwegen aufgrund ausreichender Klimadaten leicht umzusetzen. Um die Ökologie zu beurteilen, sind ausreichend Daten in Norwegen vorhanden. Lediglich für die Bewertung der Ökonomie konnten keine Vergleichsdaten ermittelt werden.

6.2.9 Fallbeispiel 9: Havanna, Kuba

Untersuchungsschwerpunkt und Randbedingungen

Im Fallbeispiel 9 werden die Klima- und Kulturperformanz sowie die Kontrollgrößen der Nachhaltigkeit untersucht. Die Basis des Beispiels bilden die Studienarbeiten nach Ali und Lichtenwald (2021); Reimers et al. (2021).

Das betrachtete Modell ist ein Mehrfamiliengebäude. Somit handelt es sich um den Gebäudetyp Wohnhaus. Analog zu den Fallbeispielen 5 bis 8 wird in keinen Szenarien unterschieden. Das untersuchte Haus wird als klima- und kulturangepasst eingestuft. Im Gegensatz zu den anderen acht Fallbeispielen wird in diesem Anwendungsfall die Klimazone AW, „Äquatoriales Klima, winter trocken“ untersucht, repräsentiert durch den Standort Havanna auf Kuba. Mit einem HDI von 0,783 weist Kuba eine „hohe menschliche Entwicklung“ auf (UNDP, 2020).

Um das Gebäudemodell zu konzipieren, erfolgte die Untersuchung des Klimas sowie der Kultur in Havanna. Zu Beginn wurde eine Klimaanalyse mit dem Tool Climate Consultant (University of California, 1976) durchgeführte. Entsprechend des Klimas fanden für das Gebäudemodell Handlungsempfehlungen zum klimaangepassten Bauen aus der Literatur (Hausladen et al., 2012; Kloth, 2020; Sack, 2011) Berücksichtigung. Anpassungen des Modells an die Kultur Havannas basieren auf einer Recherche zu traditionellen Bauweisen sowie gesellschaftlichen Aspekten (Auswärtiges Amt, 2020c; CountryReports, 2020; Faist, 2000; Glüsing, 2020; Heidrich, 2020; Herbst, 2012; Hisour, 2020; Oliver, 1997; Piesik, 2017). Eine erarbeitete Checkliste kulturspezifischer Aspekte basierend auf der Literaturrecherche ist dem Anhang D9 zu entnehmen. In einer Recherche konnten Normen zu Einwirkungen auf Tragwerke durch Erdbeben gefunden werden. Staatliche Vorgaben zum Wärme- oder Schallschutz konnten nicht ermittelt werden. Laut Heidrich (2020) orientiert sich die architektonische Arbeit an den internationalen Entwurfsstandards, wie beispielsweise der Bauentwurfslehre nach Neufert und Neufert (2018). Diese Entwurfsstandards wurden in der Gebäudekonzeption berücksichtigt. Anforderungen an bauphysikalische Kenngrößen wurden dem Klima entsprechend nach Hausladen et al. (2012) berücksichtigt.

Das geplante Gebäude ist ein Mehrfamilienhaus, welches drei Familien sowie eine Casa particular beherbergen soll. Eine Casa particular dient auf Kuba der Beherbergung von Touristen und ist mit einem Gästezimmer oder einer Ferienwohnung gleichzusetzen. Das zweistöckige Gebäude besteht aus einem Vorder- und einem Rückbau sowie einem dazwischenliegenden Innenhof und befindet sich im Stadtteil Centro. Der begrünte Innenhof weist einen kleinen Brunnen auf und dient als Rückzugsort für die Bewohner des Hauses. Die Fassade sowie Teile des Daches werden begrünt. An den südlichen Fassadenteilen befinden sich Arkaden. Neben einer PV-Anlage auf dem Dach ist ein Regenspeicher vorgesehen. Um die lufthygienische Behaglichkeit sicherzustellen, weist das Gebäude eine Lüftungsanlage auf. Die Grundrisse weisen im Erdgeschoss jeweils eine abgetrennte Küche sowie ein Wohnzimmer auf. In den Obergeschossen befinden sich die Schlafzimmer sowie das Bad. Die Konstruktion der Außenwände des Gebäudes besteht aus Kalksandsteinziegeln, welche mit Kokosfasern gedämmt und abschließend verputzt sind. Die Außenwände weisen einen U-Wert von 0,54 W/m²K auf. Die Fassade ist bunt gestrichen. Das Pultdach besteht aus einer Sparrenkonstruktion mit Zwischensparrendämmung aus Kokosfasern und einem

Gründachaufbau. Das Dach weist einen U-Wert von $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ auf. Die Fenster werden mit einer Sonnenschutzverglasung ausgeführt. Teilweise werden Buntgläser verwendet. Holzfensterläden schützen vor dem Sonneneintrag. An der Fassade zum Innenhof werden im 1. Obergeschoss zusätzlich Oberlichter angeordnet, um die warme Luft unter dem Dach abzuführen. An den Fenstern werden Gesimse und Fensterumrahmungen angebracht. Obere Fenstergläser sind mit floralen Applikationen verziert. Der Fensterflächenanteil des Gebäudes liegt bei 45%. Das Gebäude weist eine Bodenplatte aus Beton auf und ist nicht unterkellert. Die nachfolgende Abbildung 65 zeigt das Gebäudemodell.

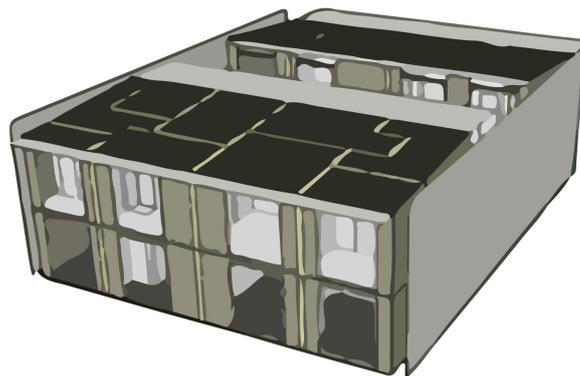


Abbildung 65 Gebäudemodell in Havanna, Kuba nach (Ali & Lichtenwald, 2021)

Ausführung und Ergebnisse

Die Randbedingungen der Simulation gleichen jener aus Fallbeispiel 5 in Kapitel 6.2.5. Da für Kuba ebenfalls keine Informationen bzgl. typischer Nutzungsprofile, Schulferien sowie Komfortbereiche der operativen Innenraumtemperatur gefunden werden konnten, werden ersatzweise deutsche Daten herangezogen. Um die Kulturperformanz zu untersuchen, wurde Kontakt zu unterschiedlichen Universitäten in Havanna auf Kuba aufgenommen. Es erfolgte keine Rückmeldung vonseiten der Universitäten Havannas. Zudem zeigten Recherchen, dass auf Kuba die Internetverfügbarkeit sehr gering ist, sodass eine Online-Umfrage nicht durchgeführt werden kann. Alternativ kann eine audiobasierte Umfrage per Telefon durchgeführt werden. Dazu fehlten in diesem Fall die Kontaktpersonen. Eine Besichtigung sowie Befragung vor Ort waren im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich. Aus diesen Gründen entfällt in diesem Fallbeispiel 9 die Berechnung der Kulturperformanz.

Um die Ökologie des Gebäudes zu untersuchen, wurde eine Ökobilanz mithilfe des Tools eLCA (BBSR, 2018) über einen Zeitraum von 50 Jahren durchgeführt. Dieses verwendet Baustoffdaten der Ökobaudat 2020 (BMWSB, 2020), welche sich vorrangig auf europäische, insbesondere deutsche Daten fokussiert. Ein Ökobilanzierungstool oder eine Datenbank zu den ökologischen Kennwerten von Baustoffen oder Bauteilen aus Kuba konnte nicht gefunden werden. Zu einigen Baustoffen, wie beispielsweise Kokosfasern konnten keine Daten ermittelt werden. Diese wurden durch Daten von Baustoffen mit ähnlichen ökologischen Kennwerten ersetzt. Die Anlagentechnik wurde, wie in den anderen Fallbeispielen in der Ökobilanz vernachlässigt. Da die Pauschalwerte für Transportwege in Deutschland nicht auf Kuba übertragen werden können, wurden die Transportwege für jeden Baustoff ermittelt und manuell angegeben. Dabei wurden die Distanzen der Ressourcen zu potenziellen Fabriken zur Weiterverarbeitung und anschließend zum

geplanten Gebäudestandort berücksichtigt. Die Bilanz berücksichtigt die Phasen A1-A3, B2 und B6, C3 und C4 sowie D. Die Phase B4 „Ersatz“ wird nicht bilanziert, da keines der verwendeten Baustoffe innerhalb von 50 Jahren ausgetauscht werden muss. Um die Ökologie zu quantifizieren, werden der nicht-erneuerbare und der erneuerbare Primärenergiebedarf, der Endenergiebedarf sowie das Treibhauspotenzial betrachtet. In der Bilanzierung wird ausschließlich die Kostengruppe KG300 berücksichtigt. Die Bewertung der Ökologie erfolgt anhand von unterschiedlichen Varianten des Gebäudemodells hinsichtlich des gewählten Materials.

Die Ökonomie wird mittels einer Lebenszykluskostenanalyse untersucht, welche ebenfalls mithilfe des Tools eLCA (BBSR, 2018) durchgeführt wird. Nach aktuellem Wissen existiert auch hier kein kubanisches Tool oder eine kubanische Datenbank. Auch in dieser Bilanzierung wird ausschließlich die Kostengruppe KG300 berücksichtigt.

Klimaperformanz

Die Klimaperformanz des Gebäudes entspricht in diesem Fallbeispiel 9 dem Mittelwert jeweils eines repräsentativen Wohnzimmers, eines Elternschlafzimmers und eines Kinderzimmers des Vorder- und Hinterhauses. Diese Räume wurden aufgrund der hohen Nutzungsdauer gewählt. Der Komfortbereich wurde entsprechend den Randbedingungen nach dem Ansi/Ashrae Standard 55-2020 (2020) definiert. Das Gebäude weist insgesamt eine Klimaperformanz von ca. 97% auf und liegt damit nahe dem maximal erreichbaren Wert von 100%. Die Übertemperaturgradstunden liegen bei 13.154 Kh.

Soziale Komponente der Nachhaltigkeit

Der CO₂-Gehalt der Räume weist durchschnittlich 565 ppm bis 735 ppm auf. Der Maximalwert von 1.100 ppm überschreitet den Grenzwert von 1.000 ppm. Somit ist die lufthygienische Behaglichkeit im Gebäude nicht optimal. Dennoch liegt der maximale Wert mit 1.100 ppm noch im akzeptablen Bereich und ist nach der DIN EN 16798-1 (2022) der Kategorie III zu zuordnen.

Der PPD als Kennwert für die thermische Behaglichkeit weist maximal einen Wert von 9,5% auf und kann nach der DIN EN 16798-1 (2022) der Kategorie II zugeordnet werden. Im Durchschnitt liegen die PPD-Werte der unterschiedlichen Zimmer zwischen 6,5% und 7,2%. Der PMV schwankt zwischen maximal -0,4 und 0,5, was bedeutet, dass die Räume teilweise als zu etwas zu kalt und teilweise als etwas zu warm empfunden werden. Die PMV-Werte der beiden untersuchten Wohnzimmer weisen einen minimalen Wert von 0,2 auf. Dies zeigt auf, dass diese Räume zu keinem Zeitpunkt des Jahres als zu kalt empfunden werden. Die durchschnittlichen Werte des PPDs und PMVs liegen nahe an den optimalen Werten von 5% bzw. 0. Somit ist die thermische Behaglichkeit positiv zu bewerten.

Ökologische Komponente der Nachhaltigkeit

Die Ökologie des Gebäudes wird in dieser Fallstudie u. a. mithilfe des Endenergiebedarfs quantifiziert. Dieser liegt bei ca. 65 kWh/m²a. Das Treibhauspotenzial sowie der nicht-erneuerbare und erneuerbare Anteil der Primärenergie kann nachfolgender Tabelle 47 entnommen werden. Es zeigt sich, dass der Großteil der Primärenergie in den Lebenszyklusphasen A1-A3 verursacht werden. Das meiste Treibhausgaspotenzial wird in der Phase C4, der Entsorgung verursacht.

Tabelle 47 Treibhauspotenzial und Klimakosten der Lebenszyklusphasen des Gebäudemodells in Havanna, Kuba nach (Ali & Lichtenwald, 2021)

Ökologische Kennwerte	A1-3	C4	B2	D
Primärenergiebedarf nicht-erneuerbar [kWh/m ² _{NGF} *a]	11,6	-0,03	2,9	-7,7
Primärenergiebedarf erneuerbar [kWh/m ² _{NGF} *a]	16	-6,75	2,0	2,8
Treibhauspotenzial [kg CO ₂ e] *10 ³	-9,4*NGF	190*NGF	45*NGF	-55*NGF

A=Herstellung und Errichtung, B=Nutzung, C=Entsorgung, D=Wiederverwertung

Die Ökologie des Gebäudes kann aufgrund mangelnder Vergleichswerte nicht bewertet werden.

Ökonomische Komponente der Nachhaltigkeit

Es zeigt sich, dass neben kubanischen Daten zu Materialkosten, Kosten für den Transport, die Instandhaltung sowie für Wasser, Abwasser und Reinigung fehlen. Des Weiteren existiert laut aktuellem Wissen kein Umrechnungsfaktor, sodass deutsche Werte auf kubanische umgerechnet werden könnten. Eine Berechnung der Lebenszykluskosten auf Basis deutscher Werte ist aufgrund der stark abweichenden Randbedingungen Kubas im Vergleich zu Deutschland nicht sinnvoll. Aus diesem Grund wird auf eine Durchführung der Lebenszyklusanalyse in diesem Fallbeispiel verzichtet.

Nachfolgende Tabelle 48 gibt einen Überblick zu den ermittelten Bewertungsgrößen des Gebäudemodells in Havanna, Kuba.

Tabelle 48 Daten der Bewertungsgrößen des Wohngebäudemodells am Standort Havanna, Kuba nach (Ali & Lichtenwald, 2021)

KLP [%]	PPD _{max} [%]	CO ₂ [ppm]	EE ¹ [kWh/m ² _{BGF(b)} *a]	PEe ² [kWh/m ² _{BGF(b)} *a]	PEne ³ [kWh/m ² _{BGF(b)} *a]	THP ⁴ [kg CO ₂ e] *10 ³
97	9,5	>1.000	65	14,1	6,2	171

Erkenntnisse

Analog zu den anderen Fallbeispielen zeigt sich, dass für die Bestimmung der Klimaperformanz Klimadaten zum untersuchten Standort vorhanden sind. Eine Berücksichtigung der üblichen Nutzungs- sowie Ferienzeiten Kubas würde die Genauigkeit des Ergebnisses erhöhen. Des Weiteren würde die Berechnung der Klimaperformanz auf Grundlage eines landesspezifischen Komfortbereichs für die operative Innenraumtemperatur zu einer höheren Genauigkeit führen. Diese Daten existieren jedoch nach aktuellem Wissen nicht.

Eine Untersuchung der Kulturperformanz am Standort Kuba zeigt, dass ein ausreichender Zugang zum Internet von hoher Relevanz ist. Dies erleichtert eine Durchführung von Umfragen. Zudem können so Experten für Interviews kontaktiert werden. Eine Alternative stellt die Besichtigung sowie eine Umfrage mit Personen vor Ort da. Die Kontaktaufnahme mit Experten ist mit einem hohen zeitlichen Aufwand verbunden. Eine Kontaktperson könnte hierbei Unterstützung bieten. Des Weiteren konnte festgestellt werden,

dass auf Kuba Kenntnisse der Landessprache Spanisch notwendig sind, da wenige der Einheimischen die englische Sprache auf einem ausreichenden Niveau beherrschen. Die Berechnung der Kulturperformanz ist unter den beschriebenen Randbedingungen mit einem sehr hohen Aufwand verbunden.

Auch die Untersuchung der Ökologie zeigt, dass kubanische Daten zu ökologischen Kennwerten von Bauteilen oder Baustoffen fehlen. Ein kubanisches Ökobilanzierungstool fehlt ebenfalls. Somit sind die Ergebnisse, welche auf Daten anderer Nationen basieren, als ungenau einzustufen und geben lediglich eine grobe Orientierung. Daten für eine ökonomische Untersuchung fehlen ebenfalls. Da kein Umrechnungsfaktor o. Ä. existiert, kann keine ökonomische Untersuchung am Standort Kuba durchgeführt werden. Der Austausch mit Baufirmen vor Ort könnte Aufschluss geben.

6.3 Erkenntnisse aus den Anwendungen in den Fallbeispielen

In diesem Kapitel 6 wurde die entwickelte Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit an Fallbeispielen getestet. Insgesamt wurden dazu 13 Gebäudemodelle in neun Fallbeispielen untersucht. Eine Übersicht gibt Kapitel 6.1.

Um die Klimaperformanz zu untersuchen, wurde eine thermisch-energetische Gebäudesimulation mit der Software IDA ICE 4.8 durchgeführt. Mit dieser wurden zudem der Endenergiebedarf als Kenngröße für die ökologische Qualität des Gebäudes sowie die Kenngrößen des Sozialen ermittelt. Eine Plausibilitätsprüfung erfolgte anhand von Vergleichsdaten zum Endenergiebedarf aus der Literatur, sofern diese vorhanden waren. Ergänzende ökologische Kennwerte wurden in Ökobilanzierungen erhoben. Sofern die Ökonomie untersucht wurde, erfolgte dies mittels einer Lebenszykluskostenanalyse. Um die Kulturperformanz zu untersuchen, wurden Recherchen, Ortsbegehungen, Umfragen oder Experteninterviews durchgeführt. Die Testung der Methode führte zu nachfolgenden Erkenntnissen:

Um die Klimaperformanz zu bestimmen, sind Klimadaten für die thermisch-energetische Gebäudesimulation notwendig, welche in einer ausreichenden Nähe zum Standort erfasst wurden. Diese waren an allen untersuchten Standorten vorhanden, was u. a. darauf zurückgeführt werden kann, dass vorrangig große Städte untersucht wurden. Jedoch sind auch für Vargo, eine kleine Stadt in Norwegen, Daten vorhanden. Um mikroklimatische Phänomene zu untersuchen, bedarf es einer lokalen Wetterstation. Da die Handlungsempfehlungen und Maßnahmen zur Klimaanpassung sich vorrangig mit der mesoklimatischen Ebene beschäftigen, ist für die Berechnung der Klimaanpassung das Vorhandensein mesoklimatischer Klimadaten ausreichend. Die Gebäudesimulation konnte somit an allen Standorten durchgeführt werden. In Deutschland wurde die Durchführung durch eine deutsche Lokalisierung der Software erleichtert. Mithilfe der Simulationen konnten für die Fallbeispiele der Endenergiebedarf sowie die in dieser Arbeit untersuchten Kennwerte der sozialen Komponente der Nachhaltigkeit ermittelt werden. Die Genauigkeit der Ergebnisse erhöht sich, wenn das landesspezifische Nutzungsprofil der Bewohner inkl. der Berücksichtigung von Ferienzeiten sowie der landesspezifische Komfortbereich der operativen Innenraumtemperatur bekannt ist. Daten dazu waren ausschließlich in Deutschland und Norwegen vorhanden. Insbesondere die Ermittlung eines landesspezifischen Komfortbereichs bedarf noch weiterer Forschung. Des Weiteren zeigt sich, dass die Berechnung der Gesamtperformanz in Mehrzonenmodellen durch die Ermittlung der Einzelperformanzen der unterschiedlichen Zonen Schwachstellen in der Gebäudekonzeption aufzeigen

können. Die Beurteilung der ermittelten Klimaperformanz erfolgt in den Anwendungsbeispielen auf Basis des Performanz-Ansatzes. Dies ermöglicht eine Einschätzung. Eine Bewertung bedarf einer statistischen Auswertung von Vergleichsobjekten sowie eine Kategorisierung dieser Ergebnisse. Insgesamt kann festgehalten werden, dass die Bestimmung der Klimaperformanz an allen Standorten möglich war. Der Zeitaufwand für die Bestimmung der Klimaperformanz ist bei Vorhandensein eines exakten Gebäudemodells gering. Die Erstellung eines solchen Modells ist zeitaufwendig. Jedoch sind heutzutage oftmals thermisch-energetische Simulationsmodelle bereits Bestandteil der Planungsphase.

Die Untersuchung der Kulturperformanz zeigt, dass bereits die erste Phase, die Datenerhebung, Herausforderungen mit sich bringt. Eine Auswertung der Literatur liefert Informationen, jedoch ist dabei zu prüfen, wie aktuell diese sind. Das Vorhandensein geeigneter Literatur unterscheidet sich zudem je nach Standort stark. Teilweise ist keine geeignete Literatur vorhanden. Ortsbegehungen werden als geeignetes Medium angesehen, um Daten zu erheben. Diese sind jedoch oftmals mit einem hohen zeitlichen und monetären Aufwand verbunden. Eine Problematik in der Datenerhebung zeigt sich in der Identifizierung und Abgrenzung der kulturellen Aspekte. Eine Vollständigkeit sowie exakte Eingrenzung der weichen Faktoren sind nicht möglich. Die Durchführung der Datenerhebung durch eine geschulte Person zeigt sich als sinnvoll. Um die Objektivität zu erhöhen, können die Daten nochmals in einer Umfrage oder einem Experteninterview überprüft werden.

Die Fallstudien haben gezeigt, dass die Teilnahmebereitschaft an den Umfragen gering ist. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass kein direkter Nutzen für die Teilnehmer zu erkennen ist. Oftmals werden die Umfragen auch als zu zeitintensiv empfunden. Die Herausforderung der Umfragen liegt im Spannungsfeld zwischen der Umfragedauer, der Komplexität der Fragen sowie der Tiefe und der Genauigkeit der Ergebnisse. Teilweise fällt die Beantwortung der Fragen ohne eine weitere Erklärung schwer, sodass ggfs. analoge Umfragen im Gespräch zu besseren Ergebnissen führen. Diese sind jedoch mit einem höheren Zeitaufwand verbunden. Eine weitere Problematik ist, dass eine zufällige Auswahl an Teilnehmern zu keinem repräsentativen Ergebnis führt. Ähnlich wie bei der Marktforschung könnte eine ausgewählte Teilnehmergruppe, welche eine Aufwandsentschädigung erhält, zu einer höheren Teilnehmerzahl und repräsentativeren Ergebnissen führen.

Die in den Fallstudien durchgeführten Experteninterviews zeigten sich oftmals als hilfreich. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Experten die kulturell spezifischen Bedürfnisse der Nutzer einschätzen können. Experten aus dem Fachbereich der Kulturwissenschaften oder Soziologie mit Schwerpunkt des untersuchten Standortes können hilfreiche Informationen liefern. Die Herausforderung liegt in der unsicheren Bereitschaft der Experten, an einem Interview teilzunehmen und im Auffinden geeigneter Experten.

Die Untersuchungen zeigten ebenfalls, dass das Fehlen eines Internetzugangs in der Bevölkerung eine Umsetzung stark erschwert. Des Weiteren sind Kontaktpersonen hilfreich, welche bei der Vermittlung von Experten oder der Verteilung der Umfrage unterstützen. In einigen Ländern sollte ein erhöhter Zeitbedarf berücksichtigt werden, da die Kommunikation etwas langsamer stattfindet. Zudem sollten mögliche Sprachbarrieren berücksichtigt werden. Ggfs. ist eine Umfrage oder ein Interview lediglich in der Landessprache umsetzbar. Eine weitere Möglichkeit der Datenerhebung zeigte sich in der Analyse von Immobilienangeboten. Der Vorteil ist, dass viele Informationen bei geringem Ressourceneinsatz ermittelt werden

können. Der Nachteil zeigt sich im hohen Zeitaufwand, welcher für die Auswertung notwendig ist. Zudem ist darauf zu achten, dass die Auswahl an Immobilienanzeigen repräsentativ ist. Durch die Anwendung der Methode zeigte sich, dass die Priorisierung einen sinnvollen, jedoch nicht notwendigen Teil der Methode darstellt. Die Priorisierung erhöht jedoch die Differenzierung. Eine Online-Abfrage in Form des paarweisen Vergleichs, um eine Priorisierung zu ermitteln, erwies sich als ungeeignet. Die Einschätzung der Priorisierung als Abfrage zeigte sich als geeigneter. Eine geeignete Methode stellte die Ermittlung der Priorisierung mithilfe von Experteninterviews da. Ein Workshop mit ausgewählten Befragten, welche eine Aufwandsentschädigung bekommen, könnte geeignete Ergebnisse ermöglichen. Diese analoge Methode sollte in Folgeforschungen geprüft werden. Ein Verweis erfolgt in Kapitel 9.2, dem Ausblick. Bei der Bestimmung der Ausprägung zeigte sich, dass diese durch die Anwender der Methode durchgeführt werden kann. Von Relevanz erwies sich dabei, dass die Anwender erweiterte Kenntnisse im Bereich kulturangepasstes Bauen aufweisen und kein persönliches Interesse oder keinen persönlichen Vorteil an den Ergebnissen haben. Somit kann von einer höheren Objektivität ausgegangen werden. Insgesamt zeigt sich, dass die Ermittlung der Kulturanpassung mit einem hohen Ressourcen- und Zeitaufwand verbunden ist. Da die baukulturellen Aspekte nicht abgrenzbar sind, kann das Ergebnis keinen Anspruch auf Gültigkeit erheben. Dennoch kann die Kulturperformanz eine Orientierung bieten. Zudem können nutzerspezifische Bedürfnisse, welche zuvor unbekannt waren, identifiziert und in der Planung anschließend berücksichtigt werden. Der Prozess ermöglicht eine Sensibilisierung der am Planungsprozess beteiligten.

Die Untersuchung der ökologischen Kontrollelemente verdeutlicht, dass eine Umsetzbarkeit vom Standort abhängt. Es zeigt sich, dass insbesondere in Deutschland ausreichende ökologische Kennzahlen von Baustoffen und Bauteilen vorhanden sind. Datenbanken und Tools unterstützen zudem den Prozess. Auch in Norwegen und den USA ist eine ausreichende Datengrundlage vorhanden. Des Weiteren können hier deutsche Daten über Preisanpassungsfaktoren umgerechnet werden. Statistisch ermittelte Vergleichsdaten, welche eine Plausibilitätsprüfung sowie eine Bewertung des Ergebnisses ermöglichen, sind ebenfalls an den Standorten verfügbar. Die weiteren Fallbeispiele zeigen, dass die Datengrundlage unzureichend ist. Nach aktuellem Wissensstand sind keine Ökobilanzierungstools oder Datenbanken bzw. ökologische Kennzahlen vorhanden. Eine Umrechnung deutscher Daten ist aufgrund eines fehlenden Umrechnungsfaktors nicht möglich. Des Weiteren ist eine Übertragung der Ergebnisse aufgrund der abweichenden Randbedingungen (Materialgüte, Instandhaltungskultur, Straßenverhältnisse etc.) nicht sinnvoll. Vergleichsdaten zur Plausibilitätsprüfung oder als Basis einer Bewertung fehlen. Eine Schwäche in der Ökobilanzierung zeigt sich zudem in der pauschal positiven Bewertung des Baustoffen Holz. Hierbei sollte stärker berücksichtigt werden, inwieweit der Holzabbau mit einer nachhaltigen Aufforstung in Zusammenhang steht. Es zeigt sich, dass insbesondere in den Ländern, welche keine „sehr hohe menschliche Entwicklung“ aufweisen, ein hoher Forschungsbedarf zur Ökologie im Bauwesen besteht. Ökologische Kennzahlen sowie Vergleichsdaten von Gebäuden sollten künftig erhoben werden.

Ähnliches zeigt sich bei der Untersuchung der Ökonomie. Ein Austausch mit Firmen vor Ort könnte Aufschluss geben.

Nachfolgende Abbildung 66 gibt einen Überblick zu den gewonnenen Erkenntnissen. Dazu sind auf der linken Seite des Bildes die für die Methode benötigten Ressourcen dargestellt. Es folgen die Einzelmethode, um die benötigten Ressourcen zu erlangen. Dabei werden jene weiß hinterlegt, welche im Rahmen

dieser Arbeit nicht durchgeführt werden. Abschließend sind die Methoden dargestellt, welche zu den rechts dargestellten Zielgrößen führen. Sind die Ressourcen blau hinterlegt und mit einem Plus gekennzeichnet, bedeutet dies, dass diese verfügbar sind. Eine graue Markierung und Kennzeichnung mit Null zeigen auf, dass die Ressourcen lediglich in einigen Ländern zur Verfügung stehen. Eine rote Hinterlegung und Kennzeichnung mit Minus bedeuten, dass die Ressourcen nicht vorhanden sind. Eine Tabelle im Anhang D10 zeigt detailliert, welche Daten in welchem Fallbeispiel zur Verfügung standen.

Eine Hinterlegung der Einzelmethode nach dem oben beschriebenen Farbschema zeigt auf, inwieweit diese zum Erfolg führen. Die Methoden, welche zu den Zielgrößen führen, werden als geeignet angesehen. Abschließend erfolgt die Einschätzung der Zielgrößen. Es zeigt sich, dass die Klimaperformance sowie die soziale Säule der Nachhaltigkeit zu ermitteln ist. Die Bestimmung der Kulturperformance sowie der Ökologie und Ökonomie des Gebäudes ist mit Herausforderungen verbunden.

Anwendung der Bewertungsmethode

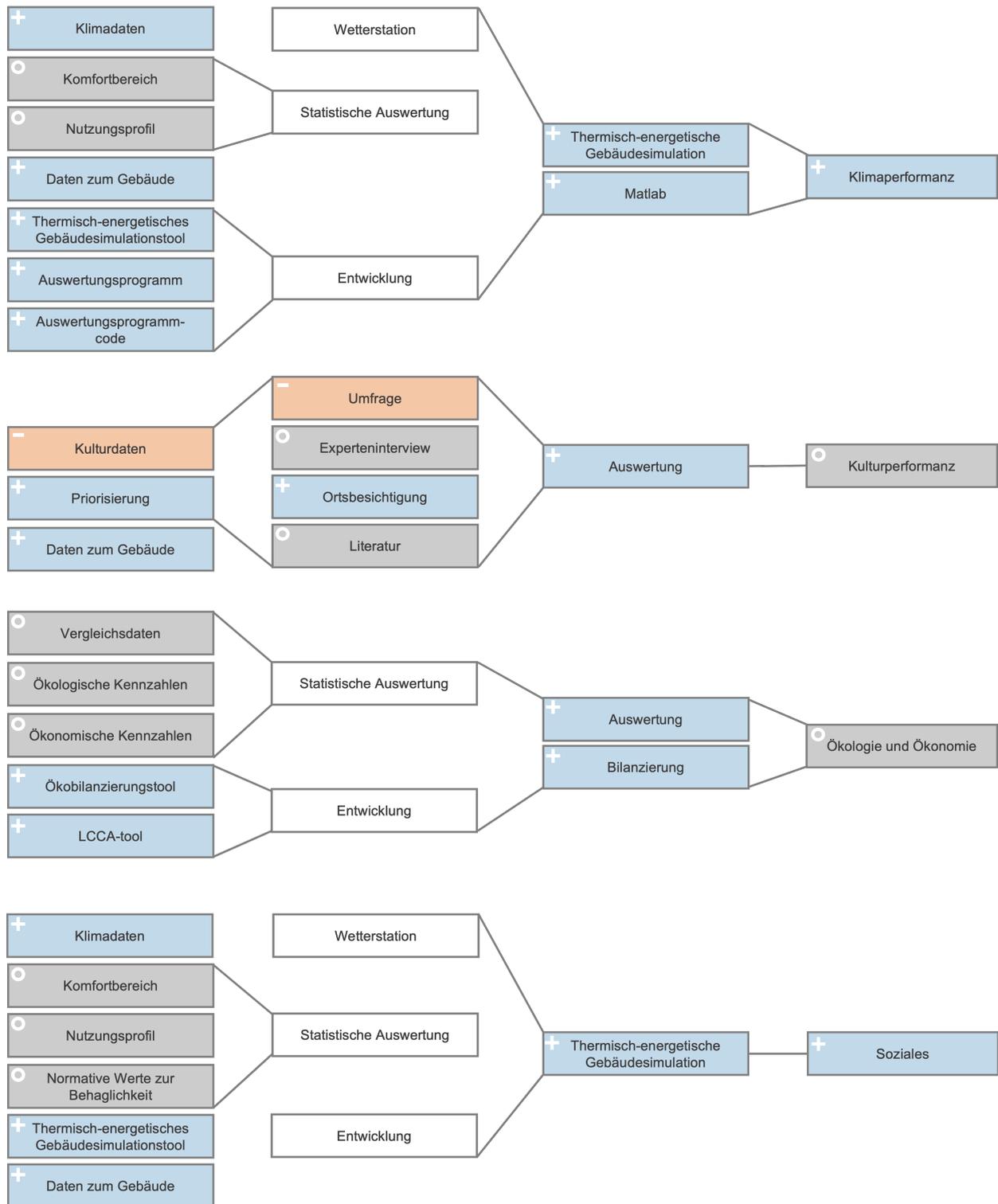


Abbildung 66 Grafische Darstellung der Erkenntnisse aus der Anwendung in den Fallstudien

7 Evaluierung der Bewertungsmethode

Mit Kapitel 7 beginnt, wie bereits in der Einleitung in Kapitel 1.3 aufgezeigt, die zweite deskriptive Studie (DS II), die Bewertung des Lösungsansatzes. Laut Blessing und Chakrabarti (2009) wird in zwei Arten von DS-II unterschieden: einer ersten und einer umfassenden DS-II. Da es sich in dieser Arbeit um die Entwicklung eines Prototypen handelt, wird nach Blessing und Chakrabarti (2009) eine erste DS-II durchgeführt. Nachdem im vorangegangenen Kapitel die Methode in neun Fallbeispielen angewandt wurde, besteht das Ziel dieses Kapitels darin, die Ergebnisse der Evaluierungen vorzustellen. Abschnitt 7.1 beschreibt die Evaluierungskonzepte sowie die Evaluierungsfälle. Anschließend werden in Kapitel 7.2 die Randbedingungen und Ergebnisse der interviewbasierten Evaluierung des Ansatzes vorgestellt. Kapitel 7.3 legt die Vorgehensweise und Ergebnisse einer Umfrage zur Evaluierung des Ansatzes unter den Anwendern der Methode dar. Der Abschnitt 7.4 beschäftigt sich nochmals explizit mit der Evaluierung der Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Kulturperformanz. Abschließend werden die Erkenntnisse der Evaluierungsergebnisse in Kapitel 7.5 zusammengefasst. Darüber hinaus werden im letzten Abschnitt 7.5 die Vorteile und Schwachstellen des entwickelten Ansatzes abgeleitet.

7.1 Übersicht der durchgeführten Evaluierungen

Der entwickelte Ansatz adressiert die identifizierte Forschungslücke und zielt darauf ab, eine Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit zu ermöglichen. Die abschließende Forschungsaufgabe dieser Arbeit besteht in der Evaluierung der entwickelten Methode. Ziel der Evaluierung ist es, zu prüfen, ob der Ansatz die definierten Anforderungen aus Kapitel 4.1 erfüllt. Wie bereits erwähnt, wird im Rahmen dieser Arbeit eine erste DS-II durchgeführt, um erste Schlussfolgerungen über die Beziehung zwischen dem entwickelten Ansatz und den Zielen des Forschungsprojektes ziehen zu können. Laut Blessing und Chakrabarti (2009) zielt die Evaluierung im Allgemeinen darauf ab, festzustellen, ob der Ansatz im beabsichtigten Kontext genutzt werden kann (Anwendungsevaluation) und ob durch den Ansatz die erwartete Wirkung eintritt (Erfolgsevaluation). Zudem soll die Evaluation Implikationen und Vorschläge zur Verbesserung des Ansatzes und seiner Methoden aufzeigen. (Blessing & Chakrabarti, 2009)

Die erste Evaluation in DS-II, die Anwendungsevaluation, bewertet die Anwendbarkeit und Nutzbarkeit des Ansatzes und seiner integrierten Methoden (Blessing & Chakrabarti, 2009). Im Rahmen dieser Arbeit soll die Bewertung der Anwendbarkeit aufzeigen, dass die integrierten Methoden des entwickelten Ansatzes umsetzbar sind und zur gewünschten Zielgröße (Klima- und Kulturperformanz, Kontrollgrößen der Nachhaltigkeit) führen. Zu bewerten gilt dabei, ob die notwendigen Daten für eine Anwendung vorhanden sind, ob die integrierten Methoden geeignet sind, um die Zielgrößen zu ermitteln und ob alle relevanten Aspekte berücksichtigt werden. Die Bewertung der Nutzbarkeit soll aufzeigen, dass die Zielgrößen nutzbar sind, um die festgelegten Ziele zu erreichen. Zu bewerten gilt in dieser Arbeit, ob durch die Anwendung der Methode die Klima- und Kulturanpassung von Gebäuden quantifiziert werden kann, die Nachhaltigkeit berücksichtigt und eine objektive Bewertung ermöglicht wird. Es soll bewertet werden, ob der entwickelte

Ansatz einen ersten Schritt zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit darstellt.

Im zweiten Schritt der DS-II soll die Erfolgsevaluation beurteilen, ob der Ansatz die definierten übergeordneten Ziele erfüllen kann und somit als nützlich eingestuft werden kann (Blessing & Chakrabarti, 2009). Im Gegensatz zur Anwendungsevaluation, in welcher die proximalen Ergebnisse (Ergebnisse, die direkt beeinflusst werden) bewertet werden, werden bei der Erfolgsevaluation die distalen Ergebnisse bewertet, welche nicht direkt vom Lösungsansatz beeinflusst werden (Rossi et al., 2004). Die Erfolgsbewertung prüft die Verbindungen und Auswirkungen des Modells und dessen Nebeneinflüsse auf die messbaren Erfolgsfaktoren (Blessing & Chakrabarti, 2009). Laut Blessing und Chakrabarti (2009) ist die Bewertung des Erfolges deutlich schwieriger als die Bewertung der Anwendbarkeit und Nutzbarkeit. In Bezug auf diese Arbeit sind die übergeordneten Ziele des Ansatzes die Sensibilisierung hinsichtlich des Themas klima- und kulturangepasstes Bauen und die Steigerung der Umsetzung klima- und kulturangepasster Bauprojekte. Um den Erfolg zu evaluieren, müsste demzufolge nach Etablierung des Ansatzes die Sensibilisierung beispielsweise anhand der Entwicklung der Veröffentlichungszahlen im Bereich klima- und kulturangepasstes Bauen und die Steigerung der Projekte durch die Entwicklung der Anzahl der klima- und kulturangepassten Bauprojekte erfasst werden. Der Erfolg kann demnach nur langfristig in der Praxis gemessen werden, wie es laut Blessing und Chakrabarti (2009) häufig bei Erfolgsevaluationen der Fall ist. Um den Aspekt dennoch zu betrachten, wird eine Erfolgseinschätzung durchgeführt, welche auf Prognosen über die positiven Effekte des Ansatzes aufbaut. Die nachfolgende Abbildung 67 verortet die Evaluationen im Methodenmodell.

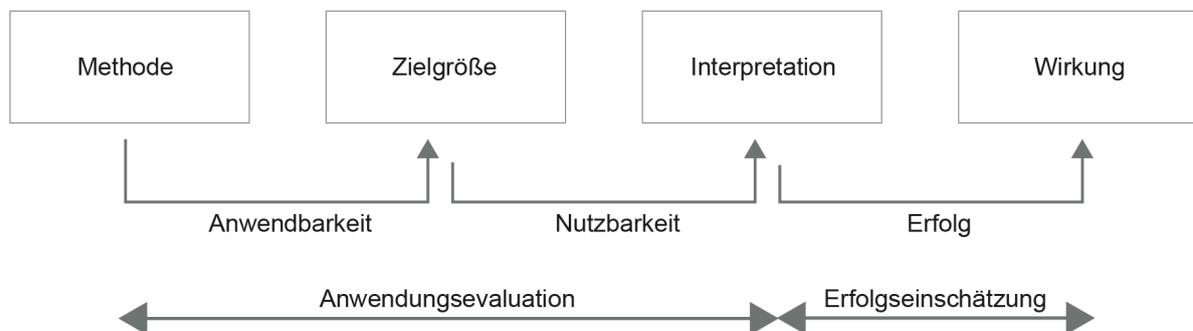


Abbildung 67 Verortung der unterschiedlichen Evaluationen im Prozess des Forschungsansatzes

Die Anwendungsevaluation und Erfolgseinschätzung wurden mithilfe von drei unterschiedlichen Methoden durchgeführt, welche in nachfolgender Tabelle 49 aufgeführt sind.

Tabelle 49 Methoden zur Anwendungsevaluation und Erfolgseinschätzung

	Evaluation 1	Evaluation 2	Evaluation 3
Untersuchungsgegenstand	Gesamte Methode	Gesamte Methode	Kulturperformanz
Untersuchungsmethode	Experteninterviews	Umfrage unter den Anwendern der Methode in den Fallbeispielen 5 - 9	Evaluation auf Basis von Fallbeispielen anhand von Bewertungskriterien und einem Vergleich
Untersuchungsbasis	Beschreibung der Methode	Umsetzung der Methode in Fallbeispielen	Umsetzung der Teilmethode in Fallbeispielen
Evaluationsziel	Anwendungsevaluation, Erfolgseinschätzung	Anwendungsevaluation, Erfolgseinschätzung	Anwendungsevaluation

Evaluation 1 untersucht die gesamte Methode mithilfe von Experteninterviews. Dazu wird die entwickelte Methode in einer Interviewstudie Experten des klima- und kulturangepassten Bauens vorgestellt. Diese führen eine Anwendungsevaluation und eine Erfolgseinschätzung durch. Eine Beschreibung der Vorgehensweise sowie der Ergebnisse sind nachfolgendem Kapitel 7.2 zu entnehmen. In der Evaluation 2 erfolgt die Bewertung der entwickelten Methoden auf der Grundlage ihrer Anwendung in den einzelnen Fallstudien. Um die Anwendbarkeit und Nutzbarkeit zu beurteilen, wird dazu eine Umfrage unter den Anwendern der Methode in den Fallbeispielen durchgeführt. Darüber hinaus geben die Anwender eine Einschätzung zum Erfolg der Methode. Das Vorgehen und die Ergebnisse werden in Abschnitt 7.3 erläutert. Die Evaluation 3 fokussiert sich auf die Beurteilung des Methodenteils zur Quantifizierung und Bewertung der Kulturanpassung. Hier wird der Methodenteil in zwei Fallbeispielen angewandt. Anschließend erfolgt die Anwendungsevaluation des Prozesses und der Ergebnisse anhand von zuvor bestimmten Bewertungskriterien sowie einem Vergleich mit anderen Methoden. Die Beschreibung der Randbedingungen sowie der Ergebnisse der Evaluation 3 können dem Kapitel 7.4 entnommen werden. Die Evaluationen 1 bis 3 basieren auf Studienarbeiten (Ali & Lichtenwald, 2021; Berger et al., 2021; Gester et al., 2021; Schulte & Glantschnig, 2021; Wieser et al., 2021).

Die Erkenntnisse aus den Evaluierungen sowie aus den Anwendungsbeispielen in Kapitel 6.3 ermöglichen abschließend die Ableitung von Verbesserungsvorschlägen.

7.2 Evaluation 1: Interviewstudie

Die Anwendungsevaluation und Erfolgseinschätzung des Ansatzes erfolgten in dieser Evaluation 1 auf Basis von empirischen Daten, welche mithilfe von Interviews erhoben wurden. Der entwickelte Forschungsansatz wurde dazu ausgewählten Experten des klima- und kulturangepassten Bauens im Rahmen eines Interviews vorgestellt. Anschließend sollten die Befragten eine erste Einschätzung zur Gesamtmethode geben und die Anwendbarkeit beurteilen. Darüber hinaus wurden die Experten gebeten, die Schwächen, Stärken und Verbesserungsvorschläge des Ansatzes zu benennen sowie die Herausforderungen und Chancen einzuschätzen. Abschließend erfolgte eine quantitative Befragung der Experten zur Bewertung des Ansatzes.

Die Befragung war dabei, wie bereits in Kapitel 3.1.1 erwähnt, Bestandteil des in Kapitel 3 aufgeführten Interviews. Somit gleichen die Vorgehensweise und die Randbedingungen jenen, welche in Kapitel 3.1.1 erläutert sind. Auch die Daten der Repräsentativität sind identisch und können Kapitel 3.1.3 entnommen werden. Der Interviewleitfaden kann dem Anhang B2 entnommen werden. Der für diese Arbeit relevante Teil stellt die Kategorie 4: Forschungsansatz der Hauptphase dar.

Nachfolgend werden die extrahierten Inhalte der Interviewstudie analysiert und zusammengefasst. Zudem werden quantitative Skalen-Fragen ausgewertet und vorgestellt.

Allgemeine Einschätzung

Zu Beginn sollten die Experten eine erste allgemeine Einschätzung zum Ansatz der Methode geben. Je nach beruflichem Schwerpunkt äußerten sich die Experten mehr zum Methodenteil der Klimaanpassung oder mehr zur Kulturanpassung. Insgesamt ist ca. ein Viertel der Befragten der Meinung, dass dieser Ansatz im Bauwesen fehlt und die Entwicklung eines solchen notwendig ist. 23% der Befragten vertreten die Ansicht, dass der Ansatz zur Quantifizierung und Bewertung der Klimaanpassung nachvollziehbar ist. Ca. die Hälfte davon äußert, dass der Ansatz ausgereift ist und keiner Überarbeitung bedarf. Mehrfach wird darauf hingewiesen, dass der Teil der Methode zu Quantifizierung und Bewertung der Klimaanpassung verständlicher empfunden wird als der zu Kulturanpassung.

„Klimaperformanz, da bin ich vollkommen bei Ihnen. Das kann ich mir sehr gut so vorstellen, dass auch so zu wuppen“ (IB_5) „Bei der Klimaperformanz bin ich davon überzeugt, dass es so funktioniert.“ (OE_1)

Wie in Kapitel 3 zeigt sich auch hier eine kritische Einstellung der Befragten gegenüber dem kulturangepassten Bauen. 23% der Befragten empfinden die Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Kulturanpassung als schwierig oder negativ. In diesem Zusammenhang wird geäußert, dass der Kulturbegriff an sich umstritten ist und Kultur prinzipiell nicht quantitativ erfasst werden kann.

„Die Kultur-Bewertung ist keine definierte Wissenschaft. Punkt. So, Punkt.“ (IB_9) „Es hat schon immer Bemühungen gegeben, nicht Quantifizierbares zahlenmäßig zu erfassen. Ich halte wenig davon.“ (IB_8)

12% der Befragten sind der Meinung, dass die Kulturperformanz zu komplex und nicht einfach nachzuvollziehen ist. Die Experten äußern, dass die Methode zur Ermittlung der Kulturperformanz überfordert. Eine Einführung in die Thematik wird in diesem Zusammenhang als sinnvoll erachtet, insbesondere für die in der Methode befragten Personen. Ein Experte lehnt den Ansatz zur Kulturanpassung ab, da kulturelle Aspekte sich laut dem Experten immer technischen unterzuordnen haben.

„Also da schlägt Technik die Kultur.“ (IV_2)

Weitere 12% vertreten hingegen die Ansicht, dass die Methode der Kulturperformanz einen Anfang darstellt, das kulturangepasste Bauen greifbar zu machen. Ca. 8% der Befragten stehen der Methode sehr positiv gegenüber.

„Bei der Klimaperformanz sage ich 100 Prozent ja, das passt so. Und bei der Kulturperformanz, das ist der Anfang.“ (BP_1)

Die gesamte Methode wird von 15% der Befragten als positiv empfunden. 12% der Experten bewerten die Methode als interessant, spannend und anspruchsvoll. Darüber hinaus wird in den Interviews geäußert, dass der entwickelte Lösungsansatz nachvollziehbar und sinnvoll sowie umsetzbar, aber auch herausfordernd ist. Ein Experte weist darauf hin, dass der Ansatz sehr umfassend und es positiv ist, dass der Nutzer im Fokus steht.

„Ich finde das sehr gut, also ich finde das einen klasse Ansatz, muss ich wirklich sagen. Das ist mutig auch und ich finde das auch sehr wichtig. Das heißt, man muss nur eben entsprechend kommunizieren und hip machen.“ (ZF_2)

Mehrfach wird geäußert, dass insbesondere im außereuropäischen Kontext das Potenzial für die Nützlichkeit des Ansatzes gesehen wird.

„Also ich finde das eine sehr gute Sache, ich finde es sehr spannend. Ich finde es vor dem Hintergrund sehr spannend [...], dass wir uns mit dem Thema [...] beschäftigen, in Deutschland, aber hauptsächlich auch eben international.“ (WI_1)

Einer der Befragten ist der Meinung, dass der Ansatz eher einen Empfehlungs- als einen Bewertungsansatz darstellt. Nachfolgende Abbildung 68 gibt einen Überblick zu den genannten Gesichtspunkten hinsichtlich der ersten Einschätzung der Methode. Dabei wird die Häufigkeit der Nennung in der Darstellung berücksichtigt.



Abbildung 68 Worthäufigkeit der von den Interviewpartnern genannten Gesichtspunkte zur ersten Einschätzung des Ansatzes

Anwendbarkeit

Nach der ersten Einschätzung der Gesamtmethode beurteilen die Befragten die Anwendbarkeit des Forschungsansatzes. 56% der Befragten sind der Meinung, dass die gesamte Methode anwendbar ist. 81% der Befragten stuft die Teilmethode zur Quantifizierung und Bewertung der Klimaanpassung als anwendbar ein. 19% der Experten sind der Meinung, dass diese Methode eher anwendbar ist. 64% der Umfrageteilnehmer können sich vorstellen, dass die Teilmethode zur Quantifizierung und Bewertung der Kulturanpassung im Planungsprozess angewendet wird. 18% der Befragten äußern, dass die Teilmethode der Kulturperformanz eher anwendbar ist. Weitere 18% der Experten sind der Meinung, dass die Teilmethode eher nicht anwendbar ist. Nachfolgende Abbildung 69 fasst die Einschätzungen der Experten zur Anwendbarkeit der Methode zusammen.

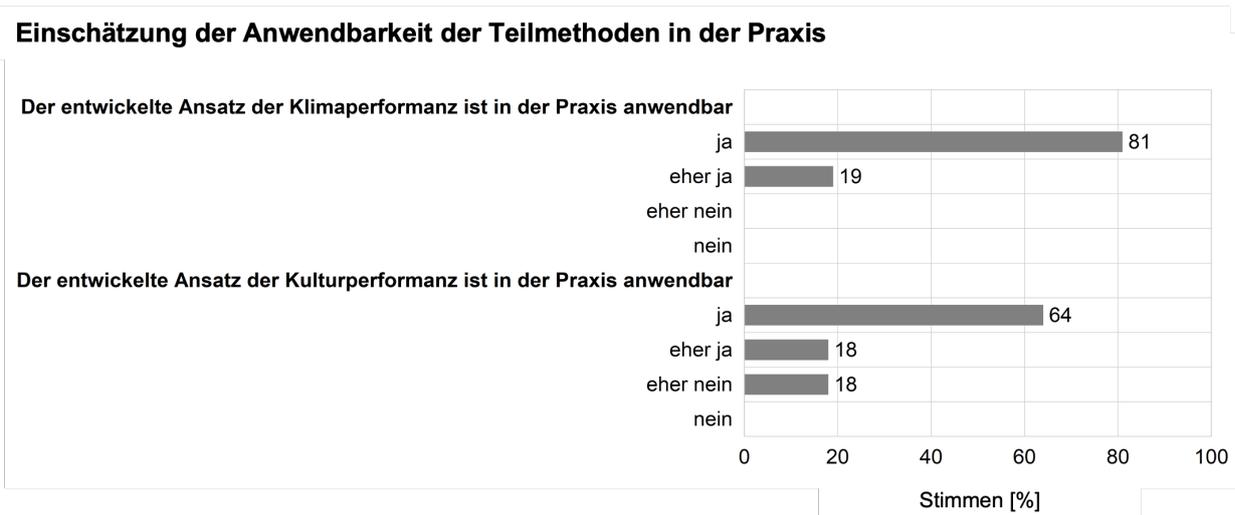


Abbildung 69 Quantitative Auswertung der Einschätzungen der Experten zur Anwendbarkeit der Methode

Anschließend an die Einschätzung der Anwendbarkeit nennen die Experten Schwächen und Stärken des Ansatzes sowie mögliche Verbesserungsmaßnahmen. Die genannten Aspekte beziehen sich dabei auf die Anwendbarkeit oder die Nutzbarkeit des Ansatzes. Entsprechend der Abbildung 67 werden bei der

Evaluation der Anwendbarkeit der verwendeten Methoden sowie deren Umsetzung zur Ermittlung der Zielgrößen (Klima- und Kulturperformanz, Kontrollgrößen der Nachhaltigkeit) betrachtet. Die Evaluation der Nutzbarkeit bezieht sich darauf, inwieweit die ermittelten Zielgrößen zu nutzen sind.

Schwächen

Bei Nennung der Schwächen fällt auf, dass die Experten deutlich mehr Schwachstellen in der Methode der Kulturperformanz erkennen als in der Methode der Klimaperformanz.

Hinsichtlich der Methode der Klimaperformanz werden zwei Schwachstellen hinsichtlich der Nutzbarkeit benannt, wovon jedoch eine Schwachstelle bereits indirekt im Ansatz gelöst ist. Die zweite Schwachstelle soll in einer Erweiterung des Ansatzes Berücksichtigung finden. Ein Experte bemängelt, dass die Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Klimaanpassung **kein Kosten-Nutzen-Verhältnis** berücksichtigt (Schwachstelle 1), was laut dem Befragten eine falsche Quantifizierung der Klimaanpassung zur Folge hat. Die Methode gibt kein direktes Kosten-Nutzen-Verhältnis aus, dennoch wird der Aufwand durch Betrachtung des Endenergiebedarfs sowie der grauen Energie berücksichtigt. Ein Variantenvergleich liefert die benötigten Informationen zur Berücksichtigung des Aufwandes. In einem weiteren Interview wird kritisiert, dass die Methode die **Robustheit gegenüber dem Klimawandel nicht betrachtet** (Schwachstelle 2), was ebenfalls laut dem Experten zu einer falschen Zielgröße führt. In Kapitel 4.1 wurde bereits dargelegt, dass das *klimawandelangepasste Bauen* in diesem ersten Prototyp der Quantifizierungs- und Bewertungsmethode vernachlässigt wird, jedoch Bestandteil von Erweiterungen darstellt. Dies wird im Ausblick in Kapitel 9.2 aufgegriffen.

Bei der Kulturperformanz ist eine der häufig genannten Schwachstellen, wie bereits auch in den Herausforderungen zum kulturangepassten Bauen in Kapitel 3.1.2 dargelegt, **die Definition des Begriffs kulturangepasstes Bauen**. Zwei der Experten erläutern, dass eine Definition fehlt. 19% der Befragten betrachten den Kulturbegriff an sich (unabhängig von der Methode) kritisch. Ein Experte ist der Meinung, dass die **baukulturellen Aspekte schwer zu erfassen** sind. Dies stellt eine Schwachstelle der Anwendbarkeit des Ansatzes dar. 11% der Befragten sind der Meinung, dass die Methode zur Ermittlung der Kulturperformanz **zu viele quantitative Parameter** beinhaltet und qualitative Kriterien stärker differenzieren sollte. Weitere 11% der Teilnehmer äußern, dass ein quantitativer Ansatz generell in diesem Kontext ungeeignet ist.

„Und ich würde bei den Bewohnerbefragungen durchaus auch mal vorschlagen, auch qualitative Gespräche zu führen, wo man sozusagen nicht nur in so eine Abfragesystematik verfällt.“ (WI_6)

Ein Experte merkt an, dass die Kulturperformanz zu viele Aspekte berücksichtigt und die Methode sich auf das Identitätsstiftende fokussieren sollte. In einem anderen Interview hingegen wird kritisiert, dass zu wenig Aspekte betrachtet werden. Als Beispiel wird hierzu angeführt, dass die soziale Ungleichheit, welche durch Architektur bewusst erzeugt wird, im Ansatz unberücksichtigt bleibt. Mehrfach wird angemerkt, dass die Baukultur kleinteilig und vielseitig ist, sodass **nicht alle Aspekte berücksichtigt** werden können. Zwei der Befragten sind der Meinung, dass der Fokus mehr auf den Gründen liegen sollte, warum etwas ein baukultureller Aspekt ist. Darüber hinaus wird bemängelt, dass die **standortbezogene Betrachtung** der

kulturellen Aspekte ungeeignet ist und durch eine Milieubezogene ersetzt werden sollte. Insgesamt zeigt sich in den Äußerungen der Experten die übergeordnete Problematik der **schwierigen Abgrenzung sowie Systematisierung der kulturellen Aspekte**.

„Man muss irgendwo mal beginnen, sich über derartige Quantifizierbarkeit Gedanken zu machen. [...] Ich glaube, da ist aber eine große Herausforderung einfach gegeben, dass es sehr kleinteilig ist und dass es sehr regional ist.“ (IB_4)

Weitere Schwachstellen hinsichtlich der Anwendbarkeit des Ansatzes werden in der **Beteiligung der Nutzer** sowie im nutzerzentrierten Ansatz gesehen. Ca. 26% der Interviewteilnehmer vertreten die Meinung, dass die Kontaktaufnahme sowie das **Zusammenbringen und die Rolle der beteiligten Akteure** der Methode schwer umsetzbar sind. Darüber hinaus merken 15% der Befragten an, dass die Nutzer nicht wissen, welche Aspekte von Relevanz sind. Ein Experte betrachtet den Aufwand als kritisch, welcher dem Nutzer zugemutet wird, um baukulturelle Aspekte zu benennen. Die Kommunikation mit den Nutzern wird ebenfalls als potenzielle Schwachstelle genannt, da laut den Experten komplexe Zusammenhänge der Architektur für den Nutzer simpel dargelegt werden müssen.

Ein Experte nennt den **Verlust der Heterogenität** im Bauwesen als mögliche negative Folge des Ansatzes. In zwei Interviews wird der Einbezug des Nutzers kritisiert, da somit die **freie Gestaltung des Architekten eingeschränkt** wird. Zudem wird darauf hingewiesen, dass private Bauherren, insbesondere von Einfamilienhäusern, sich ebenfalls ungern in der Gestaltung einschränken lassen.

„Oder ist es nicht auch schön, wenn der Architekt erst mal irgendwo sich entfalten kann. Ich mein, das ist ja bei allen künstlerischen Leistungen, da muss ein gewisser Spirit da sein.“ (BH_2)

Zwei der Befragten sind der Meinung, dass die standortbezogene Erfassung und Priorisierung der baukulturellen Aspekte durch einen **Experten mit einer Subjektivität** einhergehen. Darüber hinaus wird in diesen Schritten die **Gefahr einer Manipulation** des Ergebnisses gesehen.

Einzelne Experten kritisieren, dass die Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Kulturperformanz **komplex, aufwendig und zeitintensiv** ist. Die Methode wird von einem der Befragten als herausfordernd empfunden. In einem Interview wird geäußert, dass die Methode **nicht einfach zu verstehen** ist.

Hinsichtlich der Nutzbarkeit des Ansatzes wird von zwei der Befragten bemängelt, dass die **Bewertung der Kulturperformanz** sich als schwierig erweist. Des Weiteren wird als ungeeignet angesehen, dass es sich bei der Kulturperformanz um keine vergleichbare Größe handelt.

„Was habe ich für eine Aussage, das wäre jetzt vielleicht [...] noch so dieser Knackpunkt, ganz am Ende. Und was heißt eine Kulturperformanz von 78? Ist das gut? Ist das schlecht?“ (WI_1)

Insgesamt fehlt laut einem Experten der **Cradle-to-Cradle-Ansatz** in der Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung. Dieser ist jedoch im Kontrollelement der Ökologie der Nachhaltigkeit integriert. Als weitere Schwachstelle wird der Maßstab der Methode genannt. Zwei Experten kritisieren dazu, dass die Methode nicht auf **Quartiers- oder städtebaulicher Ebene** agiert. Dieser Aspekt wurde bereits in Kapitel 4.1 angesprochen und soll in einer Erweiterung der Methode berücksichtigt werden. Nachfolgende Abbildung 70 gibt einen Überblick zu den von den Experten geäußerten Schwächen unter Berücksichtigung der Häufigkeit ihrer Nennung.



Abbildung 70 Worthäufigkeit der von den Interviewpartnern genannten Schwächen des Ansatzes

Stärken

Auch bei den Stärken nennen die Experten bei der Kulturperformanz deutlich mehr Aspekte als bei der Klimaperformanz. Zwei Experten sind der Meinung, dass der in dieser Arbeit entwickelte Ansatz der Kulturperformanz einen **ersten Schritt zu einer Methode** darstellt, kulturelle Aspekte zu quantifizieren. Somit wird die Nutzbarkeit des Ansatzes positiv gewertet. Des Weiteren werden Aspekte genannt, welche die Anwendbarkeit des Ansatzes positiv werten. Zwei der Interviewten sehen eine Stärke in der **Quantifizierung der Aspekte**, da somit objektive Aussagekriterien abgeleitet werden können. Mehrfach wird positiv geäußert, dass es sich beim entwickelten Ansatz um eine **objektive Methode** zur Betrachtung des kulturangepassten Bauens handelt.

„Also die Stärke wäre [...] dass wir die Aspekte übersetzbar machen in quantifizierbare, möglichst objektive Aussagekriterien und dann den Architekten, Bauplanung und Bauherren ermöglichen, dass sie diese Kriterien besser berücksichtigen.“ (WI_3)

In zwei weiteren Interviews wird positiv beurteilt, dass das Vorgehen zur Ermittlung der Kulturperformanz **nachvollziehbar** ist. Als weitere Stärke des Ansatzes wird die **umfangreiche Betrachtung** der Baukultur genannt. Ein Drittel der Befragten erkennt eine Stärke darin, dass der Fokus der Methode auf dem Nutzer liegt und ein **nutzerzentrierter Ansatz** gewählt wurde. Ein Teilnehmer bewertet die potenzielle **gemeinsame Erarbeitung des Kriterienkatalogs** mit den Nutzern als positiv.

„Da ist es wichtig, dass man den Kriterienkatalog nicht komplett vorgeben darf [...], sondern man muss den Bewohnern halt auch oder die Benutzer und andere Personengruppen halt auch ermöglichen, eigene Kriterien einzubringen, die vielleicht vorher nicht Berücksichtigung gefunden haben.“ (IV_4)

Die **Unterstützung der Nutzer** in den Umfragen zur Ausprägungsbestimmung durch die Konkretisierung der Ausprägungsbeschreibung wird ebenfalls als positiv angesehen. Eine weitere Stärke wird in der Priorisierung der kulturellen Aspekte gesehen, da somit die **Berücksichtigung einer Gewichtung** ermöglicht wird. Ca. 30% der Befragten beurteilen die **Abhängigkeit der baukulturellen Aspekte vom Standort** positiv. Insgesamt wird von 13% der Befragten positiv gewertet, dass die Methode zur Ermittlung der Klima- und Kulturperformanz **verständlich, nachvollziehbar und klar** ist.

Als weitere Stärken wird genannt, dass der Ansatz **offen, flexibel und nützlich** ist. 17% der Befragten beurteilen das **Zusammenbringen der Themen klima- und kulturangepasstes Bauen** positiv. Darüber hinaus wird die **Berücksichtigung des ökologischen Bauens** im Ansatz als Stärke der Methode angesehen. Die Bewertung anhand von Skalen nach dem **Performanz-Ansatz** wird ebenfalls positiv gewertet.

„Ich finde es eine sehr sehr gute Methode vor dem Hintergrund, dass man wirklich sagt, man bringt diese beiden Größen, Klima und Kultur zusammen.“ (WI_1)

In der nachfolgenden Abbildung 71 sind die von den Interviewteilnehmern genannten Stärken des Ansatzes in Abhängigkeit der Häufigkeit ihrer Nennung übersichtlich dargestellt.



Abbildung 71 Worthäufigkeit der von den Interviewpartnern genannten Stärken des Ansatzes

Verbesserungsvorschläge

Neben den Schwächen und Stärken formulieren die Experten im Interview teilweise Verbesserungsvorschläge. 13% der Befragten sind der Meinung, dass die Methode der Klimaperformanz **keiner Verbesserung** bedarf. Ein Befragter äußert das Gleiche über die Methode der Kulturperformanz.

Ein Verbesserungsvorschlag für die Methode der Klimaperformanz ist die **Integration einer Bewertung der künftigen Anpassung**. Somit wäre die Methode zukunftsorientiert und zukunfts offen. Wie bereits bei den Schwächen und in Kapitel 4.1 aufgeführt, soll die Bewertung künftiger Anpassungen in einer Weiterentwicklung des Ansatzes berücksichtigt werden. Auf eine Integration der Funktion in diesem Ansatz wurde verzichtet, da es sich bei der entwickelten Methode um einen Prototyp handelt, welcher die Kernfunktionen bedienen soll. Des Weiteren wird angeregt, in der Methode ganze **Quartiere** zu untersuchen. Auch dies ist aus denselben Gründen wie in Kapitel 4.1 erläutert, Bestandteil einer Erweiterung der Methode. Auf beide genannten Aspekte wird im Ausblick der Arbeit in Kapitel 9.2 eingegangen. Zwei Experten sind der Meinung, dass, um die Methode zu verbessern, die operative Innenraumtemperatur als beschreibende Größe für die **Klimaperformanz durch den PPD-Wert** nach Fanger (1970) ersetzt werden sollte.

„Die Sache beim Klima finde ich jetzt, der einzige Hinweis, man müsste, glaube ich, grundsätzlich von einer Temperatur-Bewertung wegkommen, hin zu einer PMV Bewertung.“ (WI_2)

Hinsichtlich der Methode der Kulturperformanz wird von einem Experten empfohlen, den **Begriff kulturangepasstes Bauen** durch Begriffe wie nachhaltiges, ästhetisches oder sinnvolles Bauen zu ersetzen. In Bezug auf die integrierten Methoden im Ansatz zur Ermittlung der Kulturperformanz wird empfohlen, neben der Erfassung der baukulturellen Aspekte anhand einer Checkliste **qualitative Gespräche** mit den Bewohnern zu führen. Zudem soll durch **teilnehmende Beobachtungen** wie in der Ethnologie Kontakt zur Kultur aufgenommen werden, um sozialdynamische und alltagskulturelle Aspekte in den architektonischen Artikulationsprozess zu übersetzen.

„Aber man müsste so ein bisschen die Perspektive des Rucksacktouristen einnehmen und näher ran an die Ortskultur, um einfach mitzukriegen, wie wohnt man denn hier oder wie lebt man hier oder wie arbeitet man.“ (WI_6)

Des Weiteren wird eine Verbesserung in Maßnahmen zur **Erleichterung des Nutzers in den Befragungen** gesehen. Dazu wird vorgeschlagen, die zu erfragenden Aspekte in Kategorien zu unterteilen (z. B. Kategorie Grundriss) und den Nutzer mehrfach zu den unterschiedlichen Kategorien zu befragen. Darüber hinaus wird empfohlen, **weniger baukulturelle Aspekte** zu betrachten und diese dafür detaillierter.

„Und dann fragt man ihn so stückchenweise immer weiter. Also dann glaube ich, kann es gehen. Wenn man zu viel fragt, zu viel in die Breite geht, dann wird man an Tiefe verlieren.“ (OE_1)

Eine weitere Verbesserungsmaßnahme wird in der **interdisziplinären Zusammenarbeit** mit Forschern aus den Kulturwissenschaften und der Soziologie gesehen. Wie bereits bei den Schwächen erwähnt, empfiehlt ein Experte die Betrachtung der Baukultur nicht in Abhängigkeit des Standorts, sondern des sozialen **Milieus**. In einem weiteren Interview wird die Berücksichtigung der Gründe, warum ein Aspekt ein baukultureller ist, als Verbesserungsmaßnahme genannt.

Zwei Interviewpartner formulieren Verbesserungsvorschläge zum Ansatz allgemein. In einem Interview wird empfohlen, das **klima- und kulturangepasste Bauen getrennt** voneinander zu betrachten und nicht in Verbindung zu bringen. Einer der Befragten sieht eine Verbesserungsmöglichkeit, indem die Punkte in keine Bewertung überführt werden, sondern die **Erfüllungsgrade** der einzelnen baukulturellen Aspekte aufgezeigt werden. Die nachfolgende Abbildung 72 gibt einen Überblick zu den von den Experten genannten Verbesserungsvorschlägen zur entwickelten Methode.



Abbildung 72 Darstellung der von den Interviewpartnern genannten Verbesserungsvorschlägen des Ansatzes

Um die genannten Stärken, Schwächen und Verbesserungsvorschläge gegenüberstellen zu können, wurden diese in nachfolgender Tabelle 50 zusammengefasst dargelegt.

Tabelle 50 Gegenüberstellung der von den Experten genannten Schwächen, Stärken und Verbesserungsvorschläge zum entwickelten Ansatz

Schwächen	Stärken	Verbesserungsvorschläge
<p>Klimaperformanz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kosten-Nutzen-Verhältnis unberücksichtigt • Klimawandelangepassten Bauens unberücksichtigt 	<p>Klimaperformanz</p>	<p>Klimaperformanz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Betrachtung der Klimawandelanpassung • Betrachtung auf Quartiers-ebene • PPD beschreibende Größe der Klimaperformanz
<p>Kulturperformanz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Begriffsdefinition kulturangepasstes Bauen • Kritische Betrachtung des Kulturbegriffs • Systematisierung, Erfassung und Abgrenzung baukultureller Aspekte • Quantitativer Ansatz • Kleinteiligkeit Baukultur • Nutzerzentrierter-Ansatz • Unwissenheit des Nutzers • Zusammenbringen und Rolle der Akteure • Verlust der Heterogenität • Einschränken der Gestaltungsfreiheit • Gefahr der Subjektivität und Manipulation in Phase der Erfassung baukultureller Aspekte • Komplex, aufwendig und zeitintensiv 	<p>Kulturperformanz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erster Schritt Kultur zu quantifizieren • Quantitativer Ansatz • Objektivität • Nachvollziehbar • Umfangreiche Methode • Nutzerzentrierter Ansatz • Gemeinsame Erarbeitung Kriterienkatalog • Unterstützung Nutzer mit Ausprägungsbeschreibung • Gewichtung baukultureller Aspekte • Standortabhängigkeit Baukultur • Verständlich, nachvollziehbar und klar • Offen, flexibel, nützlich 	<p>Kulturperformanz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Begriff kulturangepasstes Bauen ersetzen • Ergänzung durch qualitative Methoden • Erleichterung des Nutzers in Befragung • Fokussierung auf weniger baukulturelle Aspekte • Interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Forschenden aus der Soziologie und den Kulturwissenschaften • Sozialer Milieu-Bezug der Baukultur anstelle von Ortsbezug
<p>Gesamt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nicht einfach zu verstehen • Bewertung und Vergleichbarkeit der Performanz • Bezug auf Quartiersebene • Cradle-to-Cradle-Ansatz 	<p>Gesamt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenbringen von Klima und Kultur • Berücksichtigung ökologisches Bauen • Bewertung nach Performanz-Ansatz 	<p>Gesamt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trennung von Klima und Kultur • Keine Bewertung, sondern Erfüllungsgrade

Chancen und Herausforderungen

Anschließend an die Benennung von Schwächen, Stärken und Verbesserungsvorschlägen nennen die Experten Herausforderungen und Chancen des Ansatzes.

Drei Experten sind der Meinung, dass das Schaffen von Anreizen für die Verwendung der Methode eine Herausforderung darstellt, insbesondere im internationalen Kontext vor dem Hintergrund des stark abweichenden Entwicklungsstands. Zwei Experten erläutern, dass die Bereitschaft zur Auseinandersetzung mit der Thematik des klima- und kulturangepassten Bauens noch zu gering ist.

„Also der Bedarf denke ich ist da, die Bereitschaft ist vielleicht noch nicht da. Also vielleicht sind wir noch drei oder vier Jahre zu früh dran, aber das macht ja nix.“ (WI_1)

Das Etablieren der Marke *klima- und kulturangepasstes Bauen* wird herausfordernd, jedoch auch als Chance gesehen. Eine weitere Herausforderung wird in der Schaffung einer ausreichenden Datengrundlage für die Bewertung der Klima- und Kulturanpassung gesehen.

„[...] Weil diese Datengrundlage, die muss immer erst geschaffen werden. Und die schafft sich dadurch, dass die Methode sinnvoll und wichtig wird und sinnvoll und wichtig ist, sinnvoll wichtige Aussagen trifft und man dann eben darüber diese Datengrundlage schafft.“ (WI_1)

Als Stärken werden von ca. 30% der Befragten die Sensibilisierung der am Bau beteiligten Akteure für die Thematik des klima- und kulturangepassten Bauens angesehen. Des Weiteren äußern drei Experten, dass die Methode eine verbesserte Berücksichtigung kultureller Aspekte in der Planung ermöglicht. Bauherren, Architekten, Planer und Gemeinden werden somit im kulturangepassten Bauen unterstützt. Eine weitere Chance wird in der Etablierung der Marke „klima- und kulturangepasstes Bauen“ in Form eines Labels ähnlich wie in der Nachhaltigkeitsbewertung gesehen, um Anreize für die Wirtschaft zu setzen. Ein Interview-Teilnehmer merkt an, dass die Methode relevante Stellschrauben zur Anpassung des Gebäudes an das Klima und die Kultur identifiziert. Somit zeigt sich eine Chance in der Ermittlung der Performanzen, um zu beraten. Einer der Befragten äußert, dass die Methode die Chance darstellt, im Bauwesen etwas zu verändern.

„Also was müsste ich machen, damit ich ganz am Ende ja besser werde? An welchen Stellschrauben kann ich drehen in beiden Bereichen. Also das fände ich jetzt noch eine Sache, die man ja, mit reinnehmen sollte, in irgendeiner Weise.“ (WI_1)

Nachfolgende Tabelle 51 fasst die Chancen und Herausforderungen zusammen und stellt diese gegenüber.

Tabelle 51 Chancen und Herausforderungen der entwickelten Methode zu Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung

Chancen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilisierung der am Bau beteiligten Akteure • Verbesserte Berücksichtigung kultureller Aspekte in der Planung • Etablierung der Marke „klima- und kulturangepasstes Gebäude“ in Form eines Labels • Performanz-Berechnung als Grundlage für eine Beratung 	<ul style="list-style-type: none"> • Schaffen von Anreiz, insb. im internationalen Kontext • Bereitschaft für Thematik • Etablierung der Marke „klima- und kulturangepasstes Gebäude“ • Schaffen der Datengrundlage für Bewertung

Quantitative Fragen

Zum Abschluss der Evaluation des Ansatzes beantworten die Experten quantitative Fragen. Der qualitative Fragenteil kann durch einzelne Experten geprägt werden, welche sich ausführlich und umfangreich zur Bewertung des Ansatzes äußern. Dies zeigt sich im Extrahieren der Informationen aus den Interviews. Quantitative Fragen ermöglichen das Darstellen einer Gesamteinschätzung zur Bewertung des Ansatzes durch die Experten. Die Experten äußerten dazu ihre Einschätzung zu sechs aufgestellten Hypothesen. Die Hypothesen sowie die ausgewerteten Antworten der Befragten können nachfolgender Abbildung 73 entnommen werden.

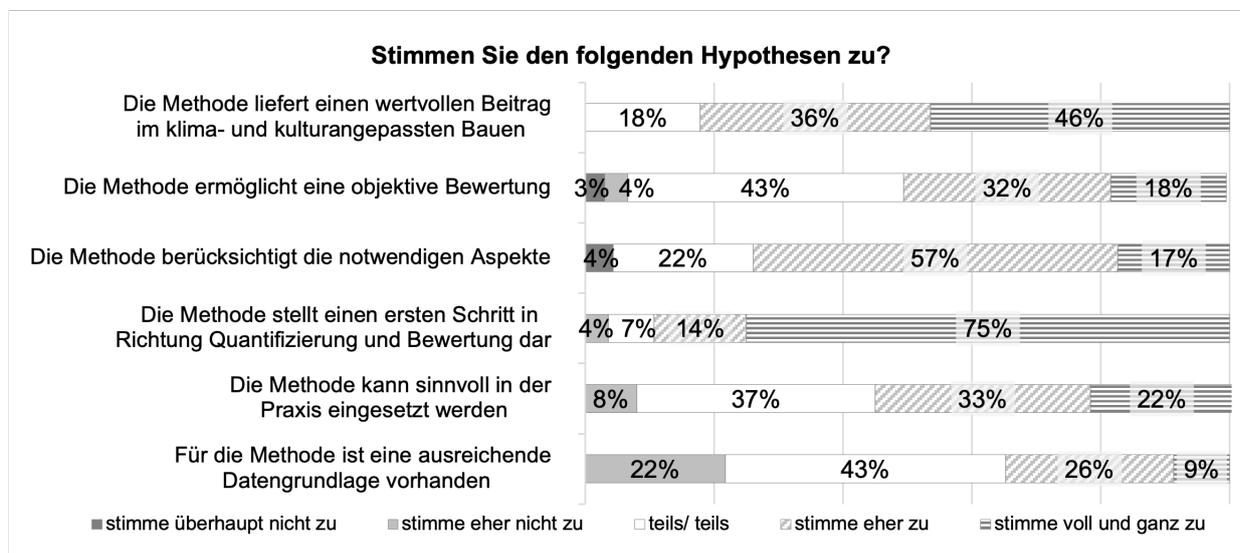


Abbildung 73 Anwendungsevaluation und Erfolgseinschätzung der entwickelten Methode durch die Experten auf Basis von quantitativen Fragen

Es zeigt sich, dass mit 75% eine deutliche Mehrheit der Experten der Meinung ist, dass die Methode einen ersten Schritt zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung darstellt. Ebenfalls stimmt eine Mehrheit der Interviewten der These zu oder eher zu, dass die Methode einen wertvollen Beitrag im klima- und kulturangepassten Bauen liefert. 18% der Befragten beantworten die Frage mit der Antwortmöglichkeit teils/teils. 17% der Experten stimmen zu und 57% stimmen eher zu, dass die Methode

die notwendigen Aspekte berücksichtigt. 22% der Befragten sind der Meinung, dass teilweise die notwendigen Aspekte berücksichtigt werden und teilweise nicht. Etwas mehr als die Hälfte der Experten stimmt zu oder eher zu, dass die Methode in der Praxis eingesetzt werden kann. Laut 37% der Interviewteilnehmer kann die Methode teilweise in der Praxis eingesetzt werden. 8% der Befragten äußert, dass die Methode eher nicht in der Praxis eingesetzt werden kann. Die Hälfte der befragten Experten stimmt zu oder eher zu, dass die Methode eine objektive Bewertung ermöglicht. 43% der Befragten beantworten diese Frage mit der Antwortoption teils/teils, 4% stimmen dem eher nicht zu und 3% stimmen dem nicht zu. 35% der Interviewten gehen davon aus, dass für die Umsetzung der Methode eine ausreichende Datengrundlage vorhanden ist. Laut 43% der Befragten sind die notwendigen Daten teilweise vorhanden. 22% der Experten sind der Meinung, dass die benötigten Daten eher nicht vorhanden sind.

Erkenntnisse

Nachfolgend werden allgemeine Erkenntnisse aus den Interviews zur Evaluation der Methode dargelegt. Anschließend erfolgt die Evaluation der Anwendbarkeit und Nutzbarkeit sowie die Erfolgseinschätzung auf Basis der Ergebnisse aus dem Interview.

Ähnlich wie bereits in Kapitel 3 festgestellt, zeigt sich auch hier, dass die Thematik des klimaangepassten Bauens eingängiger ist als die des kulturangepassten Bauens. Die Experten haben weniger Rückfragen und einen geringeren Bedarf über die Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Klimaperformanz zu sprechen als über die der Kulturperformanz.

In Hinblick auf die Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Kulturperformanz werden deutlich mehr Schwächen genannt. Insbesondere der Begriff des kulturangepassten Bauens an sich und der nutzerzentrierte sowie quantitative Ansatz der entwickelten Methode werden mehrfach kritisiert. Allerdings sind sich die Experten diesbezüglich uneinig. Während manche der Befragten den quantitativen und nutzerzentrierten Ansatz als Schwäche der Methode deklarieren, wird dies ebenfalls mehrfach als Stärke benannt. Weitere Widersprüche zeigen sich bei der Gegenüberstellung der Schwächen und Stärken. So wird der Ortsbezug der Baukultur, das Zusammenbringen von Klima und Kultur sowie die umfangreiche Betrachtung der baukulturellen Aspekte sowohl als Stärke als auch als Schwäche benannt.

Ähnlich verhält es sich in diesem Zusammenhang mit den ausgesprochenen Verbesserungsvorschlägen. Zudem fällt auf, dass einige der genannten Schwächen und damit zusammenhängende Verbesserungsvorschläge bereits in einer Erweiterung der Methode vorgesehen sind, wie beispielsweise die Berücksichtigung der Klimawandelanpassung.

Insgesamt sind die Rückmeldungen zur Klimaperformanz positiver als zur Kulturperformanz. Dies zeigt sich auch in der Beurteilung der Anwendbarkeit, welche bei der entwickelten Methode der Klimaperformanz deutlich höher eingestuft wird als bei der Kulturperformanz.

Obwohl der Ansatz zur Ermittlung der Klimaperformanz weniger kritisiert wird, werden in diesem Zusammenhang auch weniger Stärken genannt. Es fällt auf, dass die Äußerungen zur Einschätzung der Klimaperformanz meist positiv oder neutral ausfallen. Die Beurteilung der Kulturperformanz ist von einer starken Polarisierung geprägt: Häufig wird der ermittelte Ansatz als sehr positiv, aber auch als sehr kritisch eingestuft.

Auf Basis der Ergebnisse der Interviewstudie erfolgt die Evaluation der Anwendbarkeit und Nutzbarkeit sowie die Einschätzung des Erfolgs des Ansatzes. Nachfolgende Tabelle 52 zeigt die Einschätzung.

Tabelle 52 Übersicht der Anwendungsevaluation und Erfolgseinschätzung auf Basis der Interviewstudie

	Anwendbarkeit	Nutzbarkeit	Erfolg
	Kann die Methode angewandt werden, um die Zielgröße zu ermitteln?	Erfüllt die ermittelte Zielgröße die Anforderungen?	Führt eine Anwendung zu den übergeordneten Zielen?
Klima	<p>Anwendbarkeit positiv</p> <ul style="list-style-type: none"> • Methode ist nachvollziehbar • Methode ist ausgereift • Ggfs. ungeeignete, beschreibende Größe der Klimaperformanz 		<ul style="list-style-type: none"> • Methode verbessert die Berücksichtigung klimatischer Aspekte in der Planung
Kultur	<p>Anwendbarkeit teils/teils</p> <ul style="list-style-type: none"> • Methode ist zu komplex • Zusammenbringen von Akteuren schwierig • Abgrenzung der baukulturellen Aspekte schwierig • Gefahr der Subjektivität und Manipulation • Zeitintensiv • Aufwendig 		<ul style="list-style-type: none"> • Methode verbessert teilweise die Berücksichtigung kultureller Aspekte in der Planung • Die Methode könnte zu einem Verlust der Heterogenität führen • Die Methode könnte die Gestaltungsfreiheit einschränken
Gesamt	<p>Anwendbarkeit eher positiv</p> <ul style="list-style-type: none"> • Methode berücksichtigt die notwendigen Aspekte • Methode ist nachvollziehbar und umfassend • Die Methode ist flexibel und offen • Nachhaltigkeit wird berücksichtigt • Datengrundlage muss teilweise noch geschaffen werden 	<ul style="list-style-type: none"> • Methode stellt einen ersten Schritt in der Quantifizierung da • Methode ermöglicht teilweise eine objektive Bewertung <ul style="list-style-type: none"> • Die Bewertung auf Basis der Vergleichbarkeit bedarf einer Datengrundlage • Skalen-Bewertung positiv 	<ul style="list-style-type: none"> • Methode liefert einen wertvollen Beitrag im klima- und kulturangepassten Bauen • Methode kann sinnvoll in der Praxis eingesetzt werden • Methode führt zu einer Sensibilisierung der am Bau beteiligten Akteure • Methode verbessert teilweise die Berücksichtigung klimatischer und kultureller Aspekte in der Planung • Performanz-Berechnung als Grundlage für eine Beratung • Zusammenbringen von Klima und Kultur
Anwendungsevaluation		Erfolgseinschätzung	

Die Anwendbarkeit der gesamten Methode wird eher positiv bewertet. Die notwendigen Aspekte werden laut Experten berücksichtigt, jedoch muss eine ausreichende Datengrundlage teilweise noch geschaffen werden (vgl. Abbildung 73). In Hinblick auf die Klimaanpassung ist die Anwendbarkeit der untersuchten Methode positiv zu bewerten, wie auch die Auswertung zur Anwendbarkeit in Abbildung 69 aufzeigt. Die

Anwendbarkeit der Methode zur Ermittlung und Bewertung der Kulturperformanz ist teilweise positiv, teilweise negativ zu bewerten (vgl. Abbildung 69). Bei den Experten herrscht Einigkeit darüber, dass das Zusammenbringen der Akteure, der rein quantitative Ansatz, die Abgrenzung der baukulturellen Aspekte und die Gefahr der Subjektivität in der Erfassung der kulturellen Aspekte zu Schwierigkeiten in der Umsetzung führen. Zudem schränkt der hohe Zeitaufwand die Anwendbarkeit laut Experten ein. Die Anwendbarkeit dieser Teilmethode bedarf noch einer Verbesserung.

Die Nutzbarkeit des Ansatzes ist ebenfalls eher positiv zu bewerten. Die Methode stellt einen ersten Schritt zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung dar (vgl. Abbildung 73). Die Klima- und Kulturperformanzen liefern teilweise die Grundlage für eine objektive Bewertung. Die Bewertung nach dem Performanz-Ansatz wird als nutzbar angesehen, die Bewertung anhand eines Vergleichs bedarf noch weiterer Datenerhebung.

Der Erfolg der Methode wird überwiegend positiv eingeschätzt. Laut den Experten kann die Methode sinnvoll in der Praxis eingesetzt werden und liefert einen wertvollen Beitrag im klima- und kulturangepassten Bauen (vgl. Abbildung 73). Zudem sensibilisiert die Methode die am Bau beteiligten Akteure für die Thematik des klima- und kulturangepassten Bauens und verbessert die Berücksichtigung klimatischer und kultureller Aspekte in der Planung (vgl. Tabelle 51). Darüber hinaus kann der Performanz-Ansatz als Grundlage einer Beratung dienen. Ein möglicher negativer Erfolg der Methode zur Ermittlung der Kulturperformanz wird von den Experten darin gesehen, dass ggfs. die Gestaltungsfreiheit eingeschränkt wird und ein Verlust an Heterogenität in der Architektur zu verzeichnen ist (vgl. Tabelle 51).

7.3 Evaluation 2: Umfrage unter den Anwendern der Methode

Die in diesem Kapitel vorgestellte Evaluation 2 erfolgt auf Basis von empirischen Daten, welche mithilfe von Umfragen erhoben wurden. Die Umfrage richtete sich an Studierende, welche im Rahmen von fünf Studienarbeiten die entwickelte Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung anwendeten. Jede Studienarbeit wurde dabei i. d. R. von drei Studierenden bearbeitet. Die Studierenden wendeten jeweils einen Teil der Methode an. Je Fallstudie beschäftigte sich ein Anwender mit dem Methodenteil zur Ermittlung der Klimaperformanz sowie zur Ermittlung der sozialen Säule der Nachhaltigkeit (Klimaexperte), ein Anwender mit dem Methodenteil zur Ermittlung der Kulturperformanz (Kulturexperte) und ein Anwender mit der Ermittlung der Ökologie sowie Ökonomie des Gebäudes (Ressourcenexperte). Die Aufteilung der Methode in die genannten Teilmethoden wurde so gewählt, da die Bereiche, welche in einer Teilmethode bearbeitet werden, auf derselben Vorgehensweise basieren und meist dieselbe Software zu verwenden ist. Beispielsweise basieren die Untersuchung der Klimaperformanz und die der sozialen Säule der Nachhaltigkeit auf der Durchführung einer thermisch-energetischen Gebäudesimulation. Um die Ergebnisse zu erhalten, wurde für beide Bereiche die Gebäudesimulations-Software IDA ICE 4.8 verwendet.

Nach der Anwendung des jeweiligen Methodenteils wurden die Studierenden in einer Umfrage gebeten, die entwickelte Methode zu bewerten. Da die Studierenden jeweils nur den angewandten Methodenteil beurteilen können, wurde für jeden Teil der Methode eine gesonderte Umfrage erstellt. An den einzelnen

Umfragen nahmen somit jeweils 3 Studierende teil. Trotz der geringen Teilnehmerzahl ermöglicht die Umfrage eine erste Evaluation. In der Umfrage wurden quantitative sowie qualitative Fragen gestellt. Wird ein Aspekt in den quantitativen Fragen negativ oder eher negativ bewertet (stimme nicht zu/stimme eher nicht zu), wird in einer zusätzlichen qualitativen Frage nach dem Grund der negativen Beurteilung gefragt, um so die Schwächen und das Verbesserungspotenzial des Ansatzes zu ermitteln. Zu Beginn wurden die Teilnehmer gebeten, sich zu Hypothesen bezüglich der Anwendbarkeit und Nutzbarkeit des Ansatzes zu äußern. Darauffolgend soll die Anwendbarkeit eingeschätzt werden. Anschließend folgt eine allgemeine grobe Beurteilung des entwickelten Ansatzes. Zum Abschluss wurden qualitative Fragen zur Anwendbarkeit, den Schwächen, Stärken und Verbesserungsmöglichkeiten gestellt. Die Umfrage wurde mithilfe der Software Unipark (Tivian XI GmbH, 2021) durchgeführt. Die beinhalteten Fragen können dem Anhang E entnommen werden.

Im Gegensatz zum Experteninterview aus der Evaluation 1, in welcher das Fachwissen und die langjährige Berufserfahrung der Experten für eine Evaluierung des Ansatzes genutzt wird, nutzt die Evaluation 2 das Wissen, welches aus der Erfahrung in der Anwendung der Methode gewonnen werden konnte. Da die Studierenden nicht über die notwendige Berufserfahrung und Expertise im Bereich klima- und kulturangepasstes Bauen verfügen, um den Erfolg der Methode einzuschätzen, wurde in dieser Evaluation 2 vorrangig eine Anwendungsevaluation durchgeführt.

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Umfragen analysiert und zusammengefasst. Zu Beginn werden die Ergebnisse der Umfrage unter den Anwendern des Methodenteils zur Ermittlung der Klimaperformanz vorgestellt. Anschließend erfolgt eine Vorstellung der Umfrageergebnisse zur Befragung der Personen, welche den Methodenteil zur Ermittlung der Kulturperformanz angewendet haben. Abschließend werden die Ergebnisse der Umfrage unter den Ressourcenexperten vorgestellt.

Klima

Die Auswertung der von den Umfrageteilnehmern genannten Antworten zu den aufgestellten Hypothesen bezüglich der Anwendungsevaluation und Erfolgseinschätzung des Methodenteils zur Quantifizierung und Bewertung der Klimaanpassung kann nachfolgender Abbildung 74 entnommen werden.

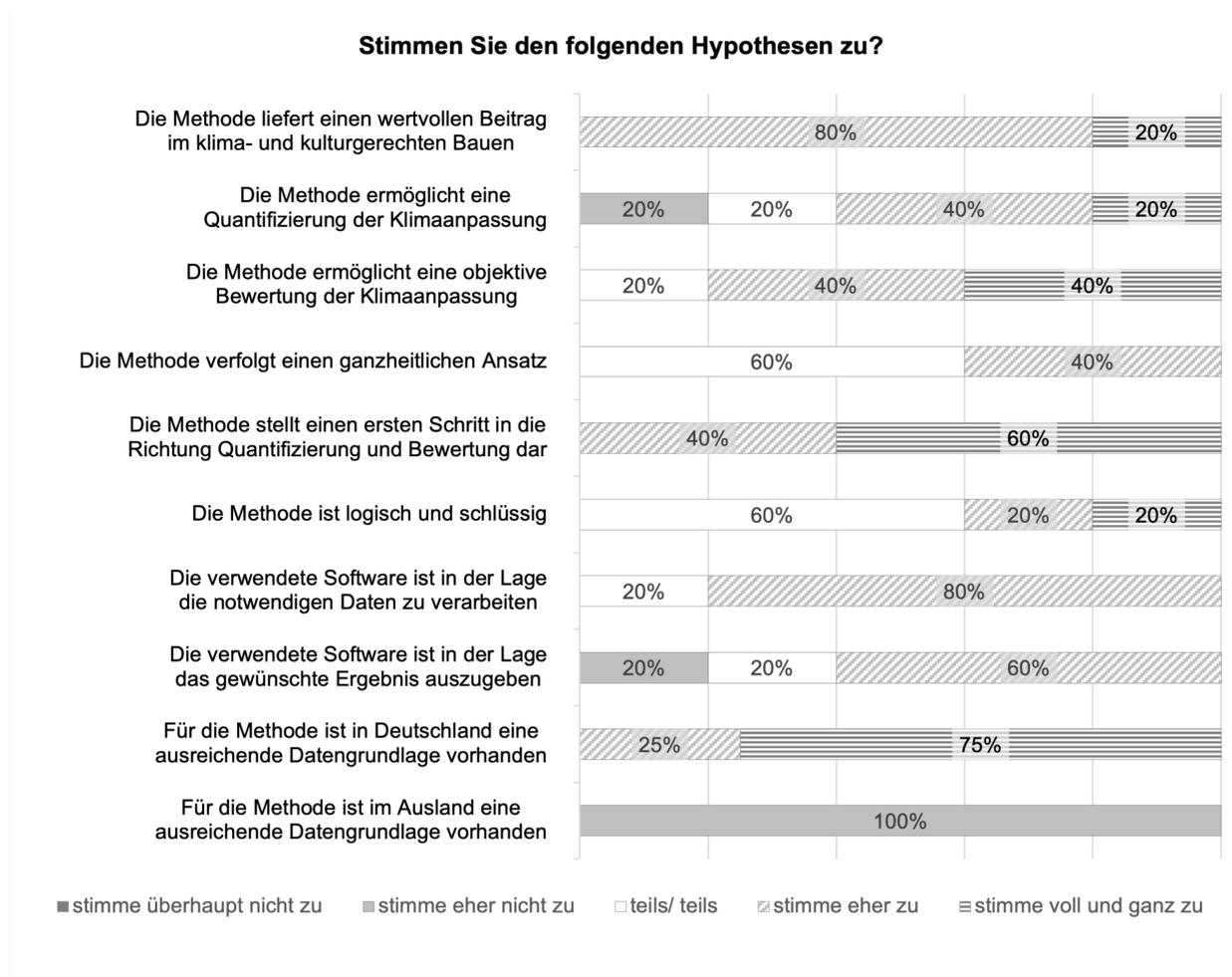


Abbildung 74 Anwendungsevaluation und Erfolgsbewertung des Methodenteils der Klimaperformanz auf Basis von Umfragen unter Anwendern des Methodenteils

Insgesamt stimmen 20% der Befragten voll und ganz zu und 80% eher zu, dass die Methode einen wertvollen Beitrag im klima- und kulturgerechten Bauen liefert. Somit wird der Erfolg der Methode positiv eingeschätzt.

Weniger einig sind sich die Teilnehmer hinsichtlich der Thematik, inwieweit die Methode eine Quantifizierung der Klimaanpassung ermöglicht. 60% der Befragten stimmen voll und ganz oder eher zu, dass die Methode eine Quantifizierung ermöglicht, 20% stimmen eher nicht zu. Weitere 20% der Anwender beantworten diese Frage mit der Antwortoption teils/teils. 80% der Befragten sind der Meinung, dass die Methode eine objektive Bewertung der Klimaanpassung ermöglicht. 20% der Anwender beantworten diese Frage mit der Antwortoption teils/teils. 40% der Befragten stimmen eher zu, dass die Methode einen ganzheitlichen Ansatz verfolgt. 60% der Teilnehmer vertreten die Meinung, dass die Methode teilweise einen ganzheitlichen Ansatz verfolgt, teilweise jedoch nicht. Insgesamt kann die Nutzbarkeit des Ansatzes auf Basis dieser Antworten als eher positiv angesehen werden.

Als logisch und schlüssig empfinden 40% der Befragten den entwickelten Ansatz. 60% sind der Meinung, dass die Methode teilweise logisch und schlüssig ist und teilweise nicht. 80% der Teilnehmer stimmen

eher zu, dass die verwendete Software (IDA ICE 4.8) in der Lage ist, die notwendigen Daten zu verarbeiten. 20% der Anwender beantworten diese Frage mit der Antwortoption teils/teils. 60% der Studierenden stimmen eher zu, dass die Software das gewünschte Ergebnis ausgeben kann. 20% der Anwender hingegen stimmen dieser Hypothese nicht zu. Weitere 20% der Befragten wählt die Antwortoption teils/teils. 75% der Befragten stimmen voll und ganz zu und 25% eher zu, dass in Deutschland eine ausreichende Datengrundlage für die Verwendung der Methode vorhanden ist. Im Ausland hingegen sind die Befragten sich einig, dass eher keine ausreichende Datengrundlage gegeben ist. In einer zusätzlichen qualitativen Frage beantworten die Umfrageteilnehmer, warum sie der These, dass im Ausland eine ausreichende Datengrundlage vorhanden ist, eher nicht zustimmen. Einer der Befragten erläutert, dass die Datengrundlage in Ländern mit einem geringen technischen und wirtschaftlichen Entwicklungsstand sowie einem anderen politischen System zum Teil nicht gegeben ist. Insbesondere Klimadaten oder Materialkennwerte von ortseigenen Ressourcen sind nicht vorhanden oder verfügbar. Ein weiterer Umfrageteilnehmer äußert, dass die vorhandene Datengrundlage oftmals nicht ausreichend bzw. unvollständig ist.

In Hinblick auf die Beurteilung der Anwendbarkeit zeigt die Auswertung der Befragung, dass zwischen der Anwendbarkeit in Deutschland und der Anwendbarkeit im Ausland zu unterscheiden ist. Die Anwendbarkeit des Ansatzes in Deutschland ist eher positiv zu bewerten, die im Ausland hingegen eher negativ.

Um die Anwendbarkeit des Ansatzes zur Quantifizierung und Bewertung der Klimaperformance nochmals direkter zu beurteilen, wurden die Teilnehmer befragt, inwieweit das Ziel der Anwendung erreicht werden konnte. Nachfolgende Abbildung 75 gibt einen Überblick zur Auswertung der gegebenen Antworten.

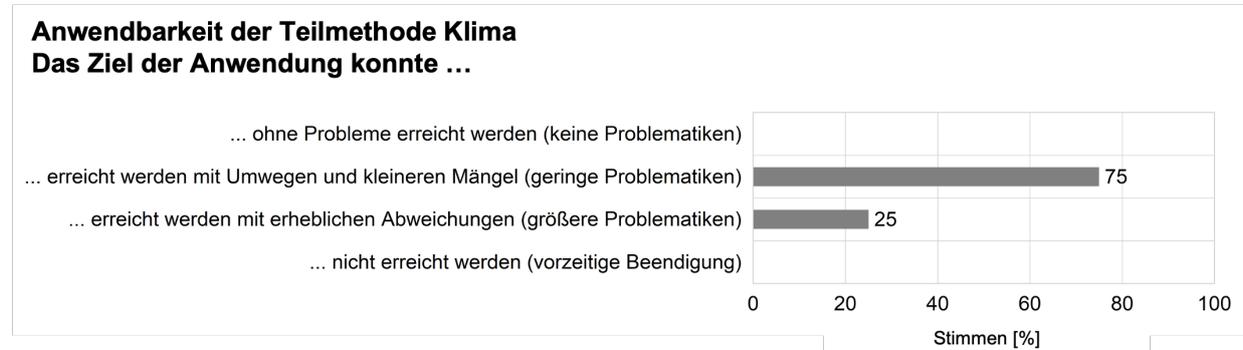


Abbildung 75 Ergebnis der Befragung zur Anwendbarkeit des Methodenteils zur Ermittlung der Klimaperformance

75% der Befragten gibt an, dass das Ziel erreicht werden konnte, jedoch mit einigen Problematiken verbunden war. 25% der Anwender äußern, dass die Zielerreichung größere Problematiken mit sich brachte. Die Befragten hatten die Möglichkeit, die Problematiken in einer qualitativen Frage näher zu erläutern. Eine Schwierigkeit stellte das Auffinden und Einspielen externer Klimadaten in die verwendete Software IDA ICE 4.8 dar. Des Weiteren wurden die starken Vereinfachungen, welche für unübliche ortseigene Materialien und Ressourcen getroffen werden mussten, als Problematik empfunden. Das Abbilden von Lüftungstechniken, welche nicht den Regelfall darstellen (wie beispielsweise eine Nachtlüftung über Oberlichter), stellte ebenfalls laut den Befragten eine Problematik dar. Als schwierig wurde zudem das Nachvollziehen der Ergebnisse empfunden, da der Berechnungsalgorithmus laut den Umfrageteilnehmern nicht leicht verständlich ist.

Zum Abschluss der quantitativen Fragen sollten die Umfrageteilnehmer den allgemeinen Eindruck der Methode bewerten. 25% der Befragten stuft, wie in nachfolgender Abbildung 76 zu sehen, die Methode als sehr gut ein, 75% als gut.

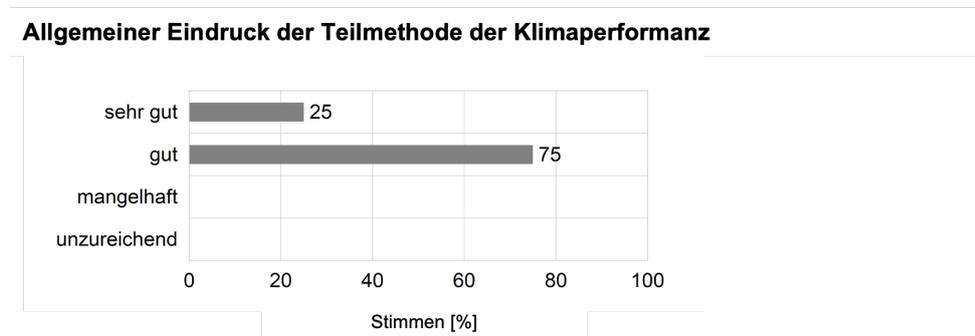


Abbildung 76 Bewertung des allgemeinen Eindrucks zur Teilmethode der Klimaanpassung

Zu Beginn der offenen Fragen sollte beurteilt werden, ob die Bewertungsmethode im Planungsprozess eingesetzt werden kann. Diese Frage wurde ausschließlich positiv beantwortet. Eine mögliche Anwendung wird beispielsweise in Gebieten gesehen, in welchen häufig unbehaglichen Wohnverhältnissen begegnet werden muss. Laut einem Umfrageteilnehmer können durch eine Anwendung neue Konzepte zur Steigerung der Behaglichkeit in Räumen bei gleichzeitiger Reduzierung der technischen Gebäudeausrüstung abgeleitet werden. Ein hohes Potenzial wird in Gebäuden mit einer Vielzahl an Nutzern wie Bürogebäuden, Universitäten und Theatern in den gemäßigten Breiten gesehen. Eine Anwendung im Planungsprozess wird zudem als positiv angesehen, um eine erste Einschätzung über die Klimaanpassung zu erhalten. Aufgrund der Datengrundlage wird eine Nutzbarkeit vorrangig im europäischen Raum gesehen.

Bei der Frage zu den Schwächen der Methode werden u. a. die genannten Problematiken, welche mit einer Zielerreichung verbunden sind, aufgeführt. Beispielsweise wird mehrfach kritisiert, dass die Vereinfachungen, welche bei den Materialdaten ortseigener Ressourcen aufgrund der mangelnden Datengrundlage getroffen werden müssen, ggfs. zu ungenaueren Ergebnissen und Abweichungen führen können. Zudem steigt durch die fehlende Datengrundlage der Aufwand der Modellierung des Gebäudes. Eine weitere Schwäche wird ähnlich wie in den Experteninterviews im untersuchten Maßstab gesehen. Kritisiert wird in diesem Zusammenhang, dass die Auswirkungen sowie die Wechselwirkungen auf stadtklimatischer Ebene im entwickelten Ansatz nicht berücksichtigt werden. Wie bereits in der Evaluation 1 in Kapitel 7.2 und in Kapitel 4.1 erwähnt, soll dieser Aspekt in eine Erweiterung des Ansatzes integriert werden. Dies wird im Ausblick der Arbeit in Kapitel 9.2 nochmals aufgegriffen.

Neben den Schwächen nennen die Umfrageteilnehmer Stärken des Ansatzes. Als Stärke der Methode wird der quantitative Ansatz genannt. Somit ist laut den Befragten eine direkte Vergleichbarkeit bei Änderungen am Gebäudeentwurf möglich. Als weitere Stärke wird genannt, dass die Methode einen schnellen, guten Überblick über die Klimaanpassung von Gebäuden liefert. Der Wert lässt sich laut Aussage der Umfrageteilnehmer aufgrund des Performanz-Ansatzes gut einordnen.

Abschließend werden die Teilnehmer gebeten, Verbesserungsvorschläge zu nennen. Einer der Befragten äußert, dass der Ansatz bereits sehr gut ist und eine Berücksichtigung der genannten Schwächen ggfs.

zu einer zu hohen Komplexität und einer geringeren Nutzerfreundlichkeit führen könnte. Als Verbesserungsmaßnahme wird deshalb vorgeschlagen, den Planer auf mögliche stadtklimatische Auswirkungen hinzuweisen, diese aber nicht exakt zu bestimmen.

Kultur

Neben dem Methodenteil zur Klimaperformanz wurde der Methodenteil zur Quantifizierung und Bewertung der Kulturanpassung mithilfe von Umfragen evaluiert. Die Auswertung der von den Umfrageteilnehmern genannten Antworten zu den aufgestellten Hypothesen ist nachfolgender Abbildung 77 zu entnehmen.

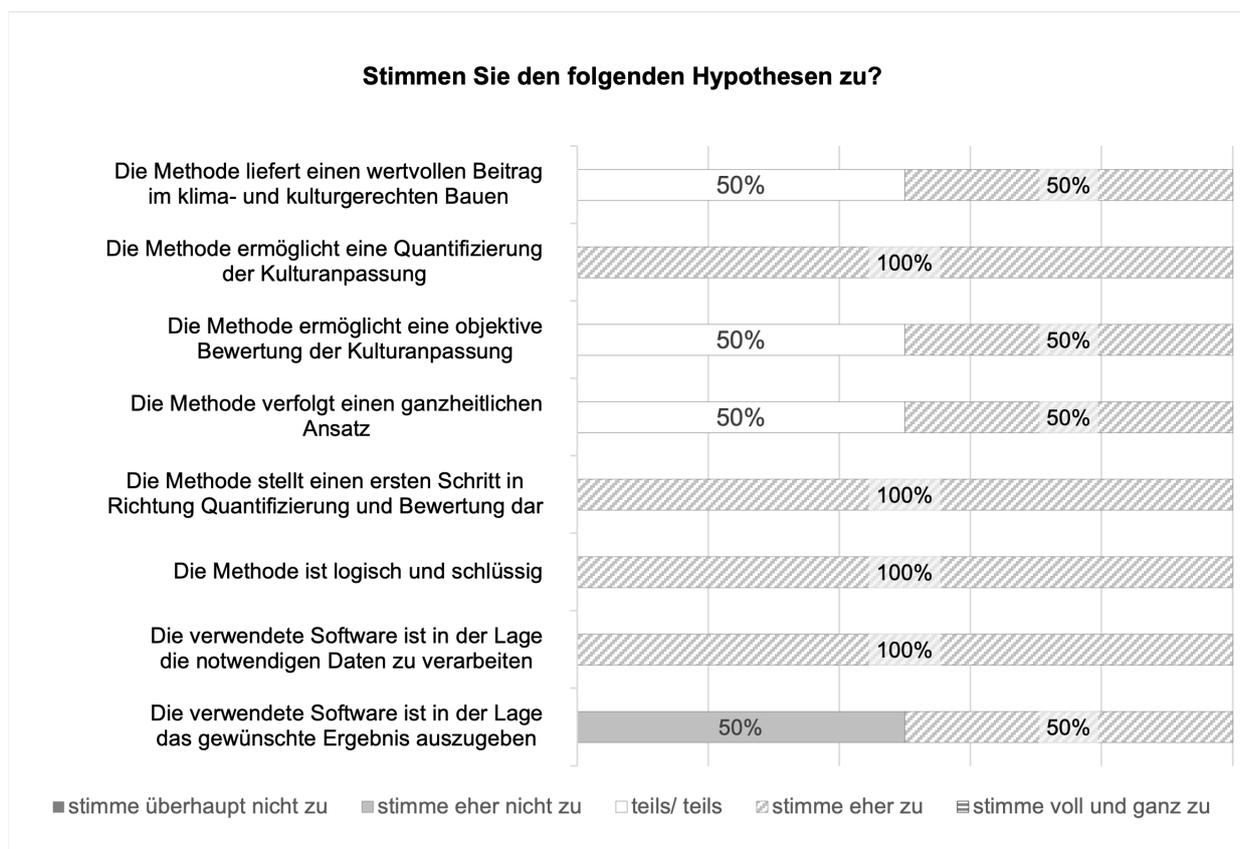


Abbildung 77 Anwendungsevaluation und Erfolgsbewertung des Methodenteils der Kulturperformanz auf Basis von Umfragen unter Anwendern des Methodenteils

Wie in der Grafik ersichtlich, stimmen 50% der Befragten eher zu, dass die Methode einen wertvollen Beitrag zum klima- und kulturgerechten Bauen liefert. 50% beantworten diese Frage mit der Antwortoption teils/teils. Somit wird der Erfolg der Methode eher positiv eingestuft.

Der Hypothese, dass die Methode eine Quantifizierung und Bewertung der Kulturanpassung ermöglicht, stimmen alle Befragten eher zu. Des Weiteren stimmen alle Umfrageteilnehmer eher zu, dass die Methode logisch und schlüssig ist und einen ersten Schritt in Richtung Quantifizierung und Bewertung der Kulturanpassung darstellt. Die Hälfte der Befragten stimmt eher zu, dass die Methode eine objektive Bewertung der Kulturanpassung ermöglicht und dabei einen ganzheitlichen Ansatz verfolgt. Die restlichen 50% wählen hinsichtlich dieser Hypothesen die Antwortmöglichkeit teils/teils. Bei der verwendeten Software zur Durch-

führung von Umfragen (Unipark) stimmen die Experten eher zu, dass diese in der Lage ist, die notwendigen Daten zu verarbeiten. Uneinigkeit herrscht bezüglich der Einschätzung, inwieweit die verwendete Software eine Ausgabe des gewünschten Ergebnisses ermöglicht. 50% der Teilnehmer stimmen eher zu, die andere Hälfte der Befragten hingegen stimmt dieser Hypothese eher nicht zu. Die Ergebnisse zeigen, dass die Anwendbarkeit und Nutzbarkeit des Ansatzes eher positiv eingeschätzt werden. Ebenfalls bestätigt die gesonderte Befragung zur Einschätzung der Anwendbarkeit das Ergebnis. Wie in Abbildung 78 ersichtlich, sind 100% der Befragten der Meinung, dass das Ziel der Anwendung erreicht werden konnte, dies jedoch mit kleineren Problematiken verbunden war. In einer ergänzenden qualitativen Frage zu den Problematiken wurde die zu geringe Bereitschaft der Teilnehmer an einer in der Studienarbeit durchgeführten Umfrage als einzige Problematik benannt.

**Anwendbarkeit der Teilmethode Kultur
Das Ziel der Anwendung konnte ...**

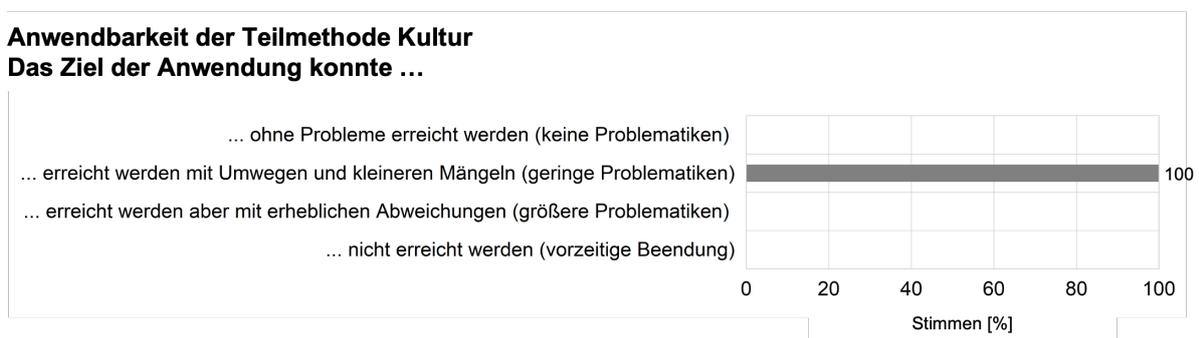


Abbildung 78 Ergebnis der Befragung zur Anwendbarkeit des Methodenteils zur Ermittlung der Kulturperformanz

Die Datengrundlage am untersuchten Standort wurde von 50% der Befragten als sehr gut eingestuft. Weitere 50% sind, wie in Abbildung 79 ersichtlich, der Meinung, dass der Datengrundlage als gut zu bewerten ist. In einer ergänzenden qualitativen Frage wurde erläutert, dass die Datengrundlage aufgrund der geringen Teilnehmeranzahl der im Fallbeispiel durchgeführten Umfrage unzureichend war. Die geringe Teilnehmeranzahl wurde darauf zurückgeführt, dass zum einen zum Zeitpunkt der Umfrage am untersuchten Standort die Ferienzeit vorherrschte und somit ggfs. weniger E-Mails gelesen wurden und zum anderen ggfs. die Bereitschaft zu einer Teilnahme prinzipiell gering ist. Die Datengrundlage wurde dennoch als gut eingestuft, da die benötigten Informationen auf einem alternativen Weg mithilfe von Experteninterviews erhoben werden konnten.

Bewertung der Datengrundlage am Standort

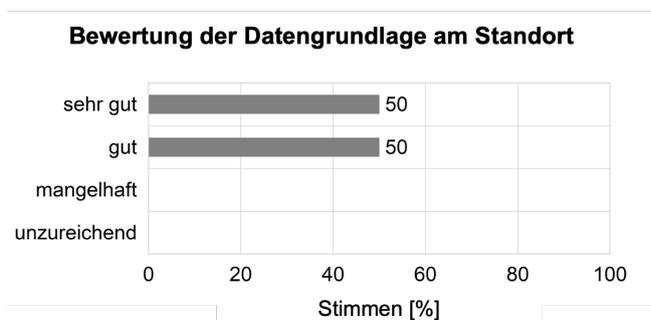


Abbildung 79 Bewertung der Datengrundlage für die Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Kultur- anpassung

Zum Abschluss der quantitativen Fragen bewerten die Umfrageteilnehmer den allgemeinen Eindruck der Teilmethode zur Ermittlung der Kulturperformanz. Wie in nachfolgender Abbildung 80 ersichtlich, sind die Umfrageteilnehmer sich einig und bewerten die Methode als gut.

Allgemeiner Eindruck der Teilmethode der Kulturperformanz

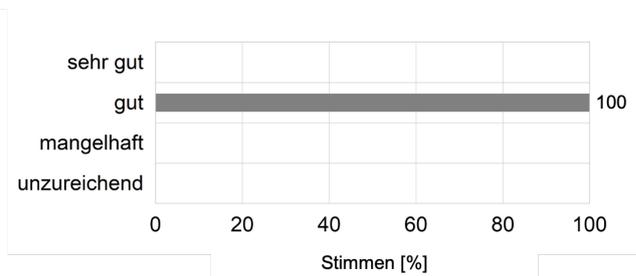


Abbildung 80 Bewertung des allgemeinen Eindrucks zur Teilmethode der Kulturanpassung

In den qualitativen Fragen wurden die Teilnehmer u. a. gebeten, die Nutzbarkeit des Ansatzes einzuschätzen. Die Nutzbarkeit der Methode wurde positiv bewertet. Mögliche Anwendungsfelder wurden in der Architekturplanung oder Innenarchitektur gesehen. Zudem ermöglicht der entwickelte Ansatz laut einem der Befragten eine Berücksichtigung der regional spezifischen Anforderungen.

Als Schwäche wird die Abhängigkeit der Methode von der Bereitschaft der Nutzer beispielsweise im Kontext der Umfrageteilnahme benannt. Zudem wird kritisiert, dass die Methode die Komplexität im Bauwesen erhöht, da bestimmte Aspekte aus mehreren Blickwinkeln zu bewerten sind.

Die Flexibilität der Methode wird von den Befragten als Stärken genannt. Zudem wird positiv bewertet, dass der entwickelte Ansatz es ermöglicht, die Gegebenheit vor Ort kennenzulernen und das Gebäude an diese besser anpassen zu können. Als Stärke wird die umfassende Betrachtung der kulturellen Einflüsse durch die Methode angesehen.

Als Verbesserung wird von den Befragten vorgeschlagen, dass ergänzende Methoden eingesetzt werden sollten, um alternative Wege der Untersuchung zu beschreiten.

Ressourcen

Abschließend werden die Ergebnisse der Evaluation des Methodenteils zur Quantifizierung und Bewertung der ökologischen sowie ökonomischen Säule der Nachhaltigkeit vorgestellt. Die Auswertung der von den Umfrageteilnehmern genannten Antworten zu den aufgestellten Hypothesen kann nachfolgender Abbildung 81 entnommen werden.

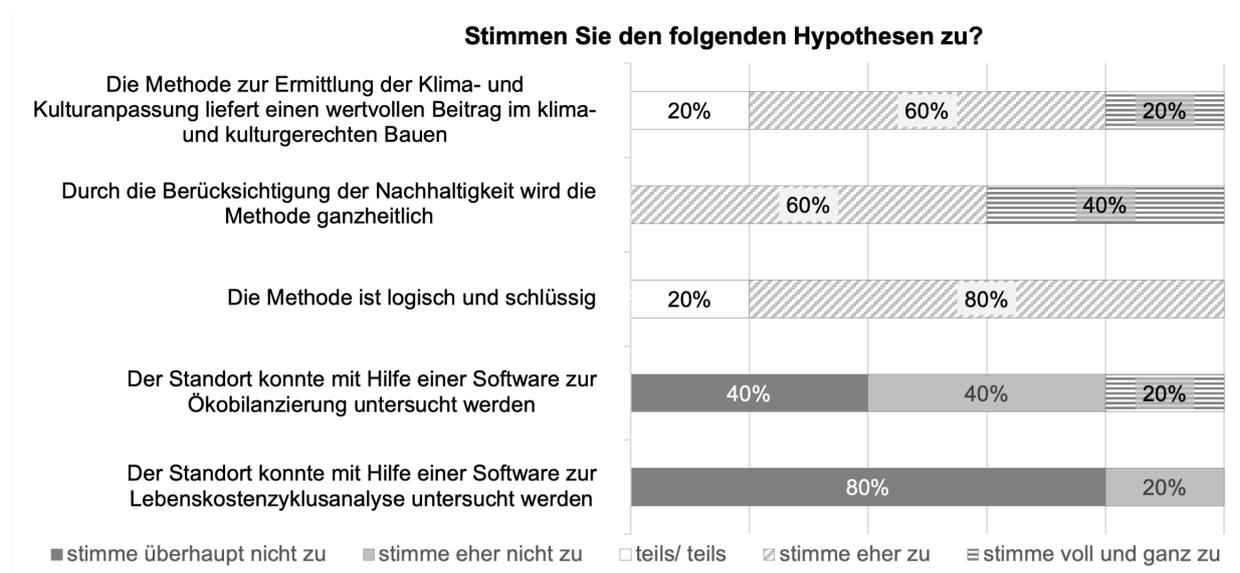


Abbildung 81 Anwendungsevaluation und Erfolgsbewertung des Methodenteils der Ökologie und Ökonomie auf Basis von Umfragen unter Anwendern des Methodenteils

20% der Befragten stimmen voll und ganz zu und 60% der Befragten stimmen eher zu, dass die Methode zur Ermittlung der Klima- und Kulturanpassung einen wertvollen Beitrag im klima- und kulturgerechten Bauen liefert. 20% antworten auf die Frage mit der Antwortoption teils/teils. Der Erfolg der Methode wird demnach eher positiv eingeschätzt.

Alle Umfrageteilnehmer stimmen voll und ganz oder eher zu, dass die Methode durch Berücksichtigung der ökologischen und ökonomischen Säule der Nachhaltigkeit einen ganzheitlichen Ansatz verfolgt. 80% der Befragten sind eher der Meinung, dass die Methode logisch und schlüssig ist. 20% empfinden die Methode teilweise als logisch und schlüssig und teilweise nicht. 20% der Teilnehmer äußern, dass der von ihnen untersuchte Standort mit einer Software zur Ökobilanzierung untersucht werden konnte. 40% stimmen dieser These eher nicht zu. Weitere 40% sind der Meinung, dass für den untersuchten Standort keine Software verwendet werden konnte. In der ergänzenden qualitativen Frage zur Hypothese, welche bei der Antwortauswahl „stimme eher nicht zu“ oder „stimme überhaupt nicht zu“ abgefragt wird, erläutern die Teilnehmer diesen Aspekt genauer. Dabei wird ausgeführt, dass teilweise am untersuchten Standort keine spezifische Software vorhanden ist und aus diesem Grund eine Software aus und für Deutschland verwendet wurde. Einer der Befragten ergänzt, dass teilweise der monetäre Aufwand, welcher mit einer Software für den Standort verbunden ist, zu hoch ist. Des Weiteren waren teils keine spezifischen Daten für ortstypische Ressourcen vorhanden, sodass vereinfachte Annahmen getroffen werden mussten. Dies führt laut den Befragten zu Abweichungen und Ungenauigkeiten im Ergebnis.

Die Lebenszykluskostenanalyse konnte laut 20% der befragten am untersuchten eher nicht mithilfe einer Software ermittelt werden. 80% sind der Meinung, dass für den untersuchten Standort keine Software zur Ermittlung der Lebenszykluskosten verwendet werden konnte. In der qualitativen Zusatzfrage wird mehrfach aufgeführt, dass weder eine landesspezifische geeignete Software noch die benötigten Daten für eine Lebenszykluskostenanalyse verfügbar sind. Da sehr viele Vereinfachungen und Annahmen getroffen

werden müssen, wird das Ergebnis von den Befragten als unbrauchbar eingestuft. Einer der Umfrageteilnehmer weist darauf hin, dass weder Daten übertragen noch Annahmen getroffen werden konnten, da die Randbedingungen des untersuchten Landes sich im Vergleich zu jenen in Deutschland stark unterscheiden. Sollte eine Software vorhanden sein, kann diese oftmals aufgrund der fehlenden Anleitung nicht angewandt werden. Wie bei der Software zur Ökobilanzierung wird auch in diesem Zusammenhang der hohe monetäre Aufwand als Grund für das Fehlen einer geeigneten Software angeführt. Als prinzipielle Problematik der Lebenszykluskostenanalyse wird die Bilanzierung von Einfamilienhäusern angesehen, da in diesem Kontext eine zu hohe Abhängigkeit des Nutzers besteht. Die Lebenszykluskostenanalyse an sich wird laut den Befragten als ausbaufähige Methode angesehen.

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt bereits Unterschiede in der Bewertung der Anwendbarkeit des ökologischen Methodenteils im Vergleich zum ökonomischen.

Anschließend wurde in der Umfrage die Anwendbarkeit des Ansatzes konkret bewertet. Die Auswertung der Antworten sind in nachfolgender Abbildung 82 dargestellt. 60% der Befragten geben an, dass das Ziel der Anwendung erreicht werden konnte, dies jedoch mit geringeren Problematiken verbunden war. 40% der Umfrageteilnehmer äußern, dass das Ziel erreicht werden konnte, jedoch unter erheblichen Anstrengungen.

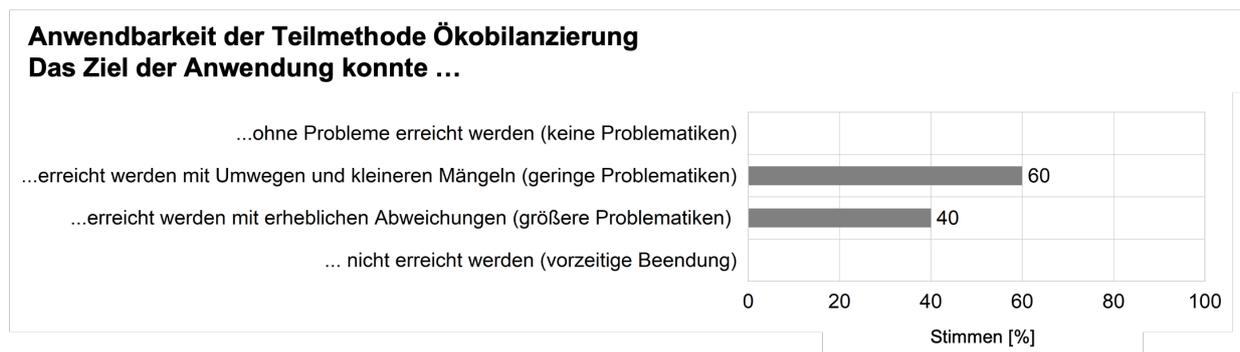


Abbildung 82 Bewertung der Anwendbarkeit der Teilmethode zur Bestimmung der ökologischen Säule der Nachhaltigkeit

Im Rahmen der zusätzlichen qualitativen Frage erläuterten die Umfrageteilnehmer die aufgetretenen Problematiken. Wie bereits in der zusätzlichen Frage zur Ökobilanzierungs-Software aufgeführt, zeigt sich eine Schwierigkeit in den fehlenden ökologischen Kennzahlen zum jeweils untersuchten Land. Das Treffen von alternativen Annahmen bringt eine Ungenauigkeit im Ergebnis sowie einen erhöhten Zeitaufwand mit sich. Teilweise wurden die Beschreibungen zur Software als zu ungenau empfunden. Darüber hinaus erschwerte in einigen Fällen die Sprachbarriere die Anwendung der Teilmethode. Da die Methode idealerweise von lokalen Planern durchgeführt werden sollte, würden sich einige der genannten Problematiken wie z. B. die Sprachbarriere auflösen.

Wie sich bereits bei den Hypothesen abzeichnet, zeigt sich auch eine abweichende Einschätzung der Anwendbarkeit der Teilmethode zur Bestimmung der ökonomischen Säule der Nachhaltigkeit im Vergleich zur ökologischen. Wie in Abbildung 83 ersichtlich konnte das Ziel der Anwendung laut 60% der Befragten nicht erreicht werden. 40% der Befragten äußern, dass die Erreichung des Zieles möglich, jedoch mit größeren Problematiken verbunden war.

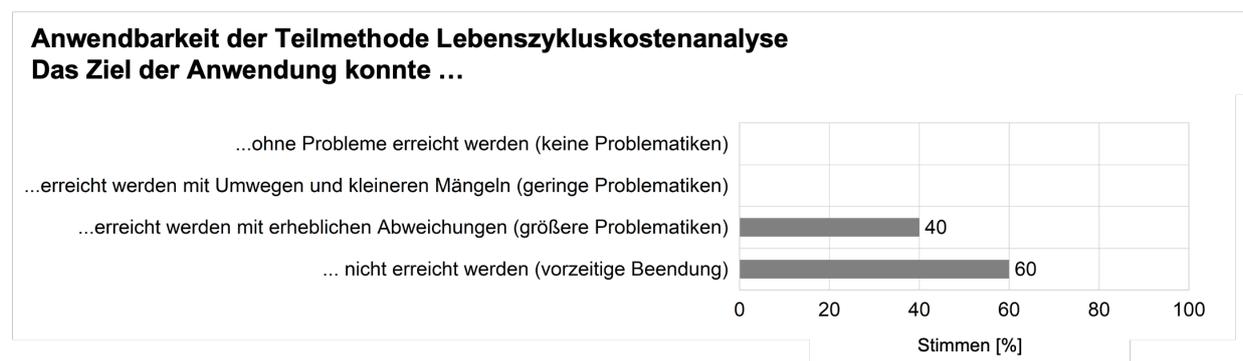


Abbildung 83 Bewertung der Anwendbarkeit der Teilmethode zur Bestimmung der ökonomischen Säule der Nachhaltigkeit

Auch hier werden das Fehlen von Daten zum Standort sowie das Treffen alternativer Annahmen als Schwierigkeit genannt, welche sich in einer höheren Ungenauigkeit des Ergebnisses sowie einem erhöhten Zeitaufwand widerspiegelt. Als weitere Problematik wurde entsprechend zu den Schwierigkeiten in der Anwendbarkeit der Ökobilanzierung die Sprachbarriere genannt. Im Gegensatz zur Ökobilanzierung war die Lebenszykluskostenanalyse teilweise laut den Umfrageteilnehmern aufgrund der fehlenden Daten nicht durchführbar.

Die Bewertung der Datengrundlage des bearbeiteten Standortes für die Ökobilanzierung unterscheidet sich, wie Abbildung 84 zeigt stark. 20% der Teilnehmer stufen die Datengrundlage als sehr gut ein, weitere 20% als gut. Laut 40% der Befragten ist die Datengrundlage mangelhaft. 20% der Anwender vertreten die Meinung, dass die Datengrundlage unzureichend ist.

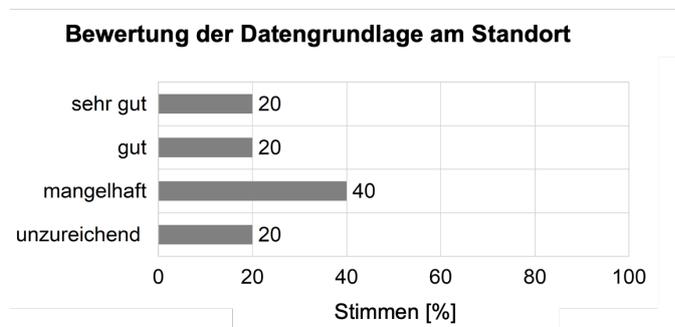


Abbildung 84 Bewertung der Datengrundlage an bearbeiteten Standort bezüglich der Ökobilanzierung

Die Umfrageteilnehmer, welche die Datengrundlage als gut, mangelhaft oder unzureichend bewertet haben, wurden zusätzlich qualitativ befragt, welche Daten gefehlt haben, ob die Daten über Umwege erlangt werden konnten und was für Gründe für das Fehlen der Daten bekannt sind.

Mehrfach wird aufgeführt, dass die ökologischen Kenndaten einiger Ressourcen fehlen. Einer der Befragten äußert, dass eine Ökobilanzierungs-Software für den untersuchten Standort fehlt.

Als alternative Möglichkeit, Daten zu erlangen, wurde die Verwendung deutscher Daten oder die Übertragung anderer Daten genannt. Des Weiteren wurde anstelle der fehlenden Ökobilanzierungssoftware des Standortes eine deutsche Software verwendet.

Einer der Befragten nennt als Grund für die fehlenden Daten die geringe Verwendung von Ökobilanzierungen am untersuchten Standort. Die Verfügbarkeit von Daten in Verbindung mit einem hohen monetären Aufwand wird ebenfalls als Grund aufgeführt. Insgesamt wird die Forschung in diesem Bereich als zu gering angesehen. Laut einem der Umfrageteilnehmer umfassen Datenbanken zu ökologischen Kennzahlen lediglich Ressourcen aus dem europäischen Raum.

Wie nachfolgende Abbildung 85 zeigt, wird die Datengrundlage für die Lebenszykluskosten an den untersuchten Standorten als eher negativ eingestuft. 20% der Befragten bewerten die Datengrundlage als gut, weitere 20% als mangelhaft. 60% der Umfrageteilnehmer ist der Meinung, dass die Datengrundlage am untersuchten Standort unzureichend ist.

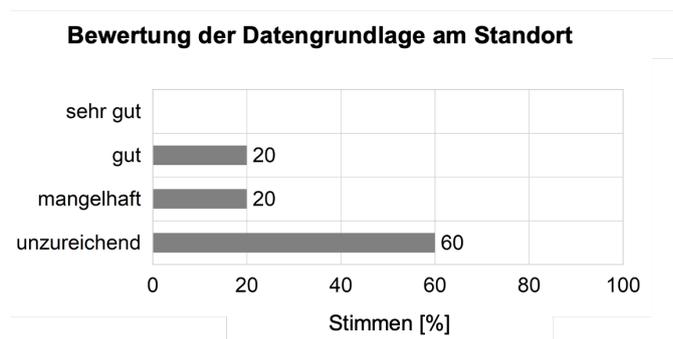


Abbildung 85 Bewertung der Datengrundlage der Lebenszykluskosten am untersuchten Standort

In den zusätzlichen qualitativen Fragen führen die Umfrageteilnehmer aus, dass neben den ökonomischen Kennwerten teilweise landesspezifische Software für die Lebenszykluskostenanalyse sowie dazugehörige Anleitungen fehlen. Daten wie die Baukostenindextabellen in Deutschland (*BKI Baukosten 2020 Neubau*, 2020) konnten zu einigen Standorten nicht gefunden werden. Einer der Befragten gibt an, dass alle benötigten Daten am untersuchten Standort fehlen. Die Frage, ob die Daten über Umwege zu beschaffen waren, wurde von 60% der Teilnehmer verneint. Einer der Befragten äußerte, dass teilweise geeignete Annahmen getroffen werden konnten. In einer Umfrage wurde dargelegt, dass eine Umrechnung deutscher Werte eine sinnvolle alternative Möglichkeit zur Datenbeschaffung darstellt.

Als Grund für das Fehlen der Daten wurde abermals eine zu geringe Forschungsaktivität im Bereich der Lebenszykluskostenanalyse genannt. Des Weiteren wird vermutet, dass Lebenszykluskostenanalysen am Standort nicht üblich oder die benötigten Daten nicht zugänglich sind. Teilweise wird der geringe Entwicklungsstand mancher untersuchten Länder als Grund genannt.

Zum Abschluss der quantitativen Fragen wird nach der Einschätzung der gesamten Teilmethode gefragt. 80% der Befragten bewerten die Teilmethode, wie in Abbildung 86 zu sehen, als gut. 20% sind der Meinung, dass die Teilmethode mangelhaft zu bewerten ist.

Allgemeiner Eindruck der Teilmethode der Ökologie und Ökonomie

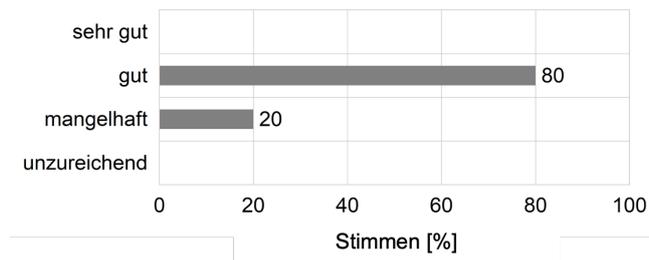


Abbildung 86 Bewertung des allgemeinen Eindrucks der Teilmethode zur Quantifizierung und Bewertung der Ökologie und Ökonomie des Gebäudes

In den offenen Fragen sollte abermals die Nutzbarkeit des Ansatzes beurteilt werden. 80% der Befragten stehen der Nutzbarkeit positiv und 20% eher positiv gegenüber. Die Ökobilanz sollte laut einem der Umfrageteilnehmer genutzt werden, um eine Auskunft über die Klimaanpassung und Umweltfreundlichkeit des Gebäudes zu erlangen. Dies ist insbesondere im Kontext des Klimawandels laut Aussage des Befragten von Relevanz. Mehrfach wird genannt, dass die Methode Bestandteil des Planungsprozesses sein sollte, um diesen zu optimieren und den Betrieb des Gebäudes nachhaltiger zu gestalten. Es wird darauf hingewiesen, dass eine Anwendung vorrangig in Ländern mit einem höheren Entwicklungsstand als zielführend erachtet wird. Zudem äußert ein Umfrageteilnehmer, dass die Methode der Ökobilanzierung sich für alle Gebäudetypen, die Lebenszyklusanalyse hingegen sich insbesondere für öffentliche Gebäude und Bürobauten eignet.

Mehrfach wird als Schwäche das Fehlen der ökonomischen und ökologischen Kennzahlen genannt. Bei Vorhandensein von Daten wird kritisiert, dass diese oftmals ungenau oder realitätsfremd sind. Eine weitere Schwäche wird darin gesehen, dass die Recyclingfähigkeiten i. d. R. nur eine Schätzung darstellen. Die mangelhafte Datengrundlage führt laut Aussage der Anwender oftmals zu abweichenden und ungenaueren Ergebnissen und erhöht den Zeitaufwand der Anwendung. Eine weitere Schwäche wird darin gesehen, dass oftmals eine Sprachbarriere die Anwendbarkeit einschränkt. Ein Umfrageteilnehmer merkt an, dass der Betrachtungszeitraum oftmals zu kurz gewählt wird und somit eine umfassende Bewertung nicht möglich ist. Als weitere Schwäche wird benannt, dass für eine Ökobilanz und Lebenszykluskostenanalyse der Planungsstand des Gebäudes bereits weit fortgeschritten sein muss.

Als Stärke wird auch hier der quantitative Ansatz genannt, da so eine Vergleichbarkeit einfacher gegeben ist: Laut einem der Befragten werden verschiedene Bauweisen mithilfe der Ökobilanzierung hinsichtlich der Ökologie vergleichbar. Die Ergebnisse werden als Potenzial zur Bestimmung von ökologischen Ausgleichsmaßnahmen angesehen. Bei Vorhandensein von ökonomischen Daten wird als Stärke der Lebenszykluskostenanalyse genannt, dass der Überblick einen Vergleich von Planungsvarianten hinsichtlich der langfristigen Kosten ermöglicht. Eine weitere Stärke wird darin gesehen, dass die Methode eine Übersicht zu den verwendeten Baustoffen und Bauteilen sowie deren ökologische Eigenschaften ermöglicht. Zudem bewertet ein Umfrageteilnehmer positiv, dass die Methode die Auseinandersetzung mit den lokalen Bedingungen vor Ort fördert. Des Weiteren wird als Stärke angesehen, dass durch die Methode die relevanten Stellschrauben identifiziert werden.

Abschließend werden die Teilnehmer gebeten, Verbesserungsvorschläge zu formulieren. Einer der Befragten schlägt die Normierung des Vorgehens zur Berechnung der Lebenszykluskosten als Verbesserung vor. Des Weiteren wird der Aufbau einer vollumfänglichen Datenbank mit ökologischen und ökonomischen Kennzahlen häufig verwendeter Baustoffe als Verbesserungsmaßnahme empfohlen.

Erkenntnisse

Nachfolgend werden die Erkenntnisse aus der Auswertung der Umfragen unter den Anwendern der Methode dargelegt. Auf Basis der geschilderten Ergebnisse erfolgt die Anwendungsevaluation sowie die Erfolgseinschätzung der entwickelten Methode. Analog zu den quantitativen Fragen erfolgt die Einschätzung auf Basis einer vierstufigen Skala mit den Kategorien „positiv“, „eher positiv“, „eher negativ“ und „negativ“. Die Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Klimaperformanz wird eher positiv eingestuft. Die Methode wird als schlüssig und logisch empfunden. Die verwendete Software wird ebenfalls positiv bewertet. In Deutschland ist eine ausreichende Datengrundlage gegeben, im Ausland hingegen teilweise nicht. Die Anwendbarkeit wird eher positiv bewertet. Des Weiteren zeigt sich, dass die Anwender der Meinung sind, dass die Methode eine Quantifizierung sowie objektive Bewertung ermöglicht und dabei einen ganzheitlichen Ansatz verfolgt. Die Nutzbarkeit wird dementsprechend ebenfalls eher positiv eingestuft. Wie bereits erwähnt, schätzen die Umfrageteilnehmer den Erfolg aufgrund der mangelnden Berufserfahrung und Expertise nur grob ein. Laut der Befragten liefert die Methode einen wertvollen Beitrag. Zudem wird das Potenzial erkannt, dass die Methode dazu genutzt werden kann, Maßnahmen zur Klimaanpassung abzuleiten. Der Erfolg wird eher positiv eingeschätzt.

Die Methode der Kulturperformanz wird ebenfalls eher positiv eingestuft. Die Methode wird als logisch und schlüssig angesehen. Die verwendete Software kann die Daten verarbeiten und Ergebnisse ausgeben. In Deutschland und im Ausland ist eine ausreichende Datengrundlage gegeben. Die flexible Methode betrachtet laut Umfrageteilnehmer die Kultur umfassend. Ein Nachteil zeigt sich in der geringen Bereitschaft der Nutzer, an Umfragen oder Ähnlichem teilzunehmen. Der Gesamteindruck der Methode ist laut Umfrageteilnehmer gut. Die Anwendbarkeit des Ansatzes kann als eher positiv eingestuft werden. Die Nutzbarkeit des Ansatzes zur Quantifizierung und Bewertung der Kulturanpassung kann ebenfalls als eher positiv eingestuft werden. Laut den Befragten ermöglicht der Ansatz eine Quantifizierung sowie objektive Bewertung und verfolgt dabei einen ganzheitlichen Ansatz. Der Erfolg wird eher positiv eingeschätzt. Die Befragten äußern, dass die Methode einen wertvollen Beitrag liefert. Zudem äußern die Teilnehmer, dass durch den Ansatz die Sensibilisierung für die Gegebenheiten an anderen Standorten erhöht wird und die Berücksichtigung regionaler Anforderungen ermöglicht wird.

Hinsichtlich der Methoden zur Quantifizierung und Bewertung der Ökologie sowie Ökonomie zeigt sich, dass für eine Bewertung stark differenziert werden muss, an welchem Standort die Methode angewandt wird. Es zeigt sich, dass die Anwendbarkeit der Ökobilanzierung in Deutschland oder vergleichbaren Ländern eher positiv eingestuft werden kann, in entwicklungsschwächeren Ländern hingegen eher negativ. Die Anwendbarkeit der Lebenszykluskostenanalyse kann in Deutschland und vergleichbaren Ländern eher positiv, in entwicklungsschwächeren Ländern negativ eingestuft werden. Das Vorhandensein von

Softwareprodukten sowie ausreichender Daten hängt stark vom Standort ab. Auch hier ist eine Anwendbarkeit teilweise durch Sprachbarrieren eingeschränkt. Der Gesamteindruck der Methode wird dennoch als gut bewertet.

Die Nutzbarkeit der Ergebnisse kann eher positiv eingestuft werden. Die Methode verfolgt laut den Befragten einen ganzheitlichen Ansatz und ermöglicht eine Vergleichbarkeit der Ökologie sowie Ökonomie.

Der Erfolg wird ebenfalls eher positiv eingeschätzt. Die Methode liefert einen wertvollen Beitrag. Zudem wird eine Auskunft über die Umweltfreundlichkeit des Gebäudes ermöglicht sowie eine nachhaltige Optimierung. Darüber hinaus wird in der Identifikation relevanter Stellschrauben ein Potenzial gesehen.

Des Weiteren sind die Befragten der Meinung, dass die Methode die Sensibilisierung fördert.

Nachfolgende Tabelle 53 fasst die Erkenntnisse nochmals übersichtlich zusammen.

Tabelle 53 Zusammenfassung der Anwendungsevaluation und Erfolgseinschätzung auf Basis durchgeführter Umfragen unter Anwendern der Methode

	Anwendbarkeit	Nutzbarkeit	Erfolg
	Kann die Methode angewandt werden, um die Zielgröße zu ermitteln?	Erfüllt die ermittelte Zielgröße die Anforderungen?	Führt eine Anwendung zu den übergeordneten Zielen?
Klima und Soziales	<ul style="list-style-type: none"> Ist eher logisch und schlüssig Verwendete Software kann Daten verarbeiten und Ergebnisse ausgeben Ausreichende Datengrundlage in Deutschland vorhanden Eher keine ausreichende Datengrundlage im Ausland vorhanden Klima- und Materialdaten nicht überall verfügbar Methode nicht leicht nachvollziehbar Gesamteindruck: gut 	<ul style="list-style-type: none"> Stellt einen ersten Schritt dar Klimaanpassung zu Quantifizieren und zu Bewerten Ermöglicht eher eine Quantifizierung der Klimaanpassung Ermöglicht eher eine objektive Bewertung Verfolgt eher einen ganzheitlichen Ansatz Erste Einschätzung Klimaanpassung 	<ul style="list-style-type: none"> Methode liefert einen wertvollen Beitrag Ableiten von Methoden zur Steigerung der Behaglichkeit bei Reduktion der TGA
Kultur	<ul style="list-style-type: none"> Ist eher logisch und schlüssig Verwendete Software kann eher Daten verarbeiten und Ergebnisse ausgeben Ausreichende Datengrundlage in Deutschland vorhanden Ausreichende Datengrundlage im Ausland Eher vorhanden Flexible Methode Umfassende Betrachtung der Kultur Geringe Teilnahmebereitschaft von Nutzern Gesamteindruck: gut 	<ul style="list-style-type: none"> Stellt einen ersten Schritt dar Kulturanpassung zu Quantifizieren und zu Bewerten Ermöglicht eher eine Quantifizierung der Kulturanpassung Ermöglicht eher eine objektive Bewertung Verfolgt eher einen ganzheitlichen Ansatz 	<ul style="list-style-type: none"> Methode liefert eher einen wertvollen Beitrag Berücksichtigung der regional spezifischen Anforderungen Anwendung in der Architekturplanung oder Innenarchitektur Erhöht Komplexität im Bauwesen Erhöhte Sensibilisierung für Gegebenheiten an anderen Standorten
Ökologie und Ökonomie	<ul style="list-style-type: none"> Ökobilanzierungs-Software eher nicht vorhanden Lebenszykluskostenanalyse-Software nicht vorhanden Datengrundlage für Ökobilanzierung eher nicht vorhanden Datengrundlage für Lebenszykluskostenanalyse nicht vorhanden Sprachbarrieren Zu kurzer Betrachtungszeitraum Gesamteindruck: gut 	<ul style="list-style-type: none"> Verfolgt eher einen ganzheitlichen Ansatz Ermöglicht Vergleichbarkeit von Ökologie und Ökonomie 	<ul style="list-style-type: none"> Methode liefert eher einen wertvollen Beitrag Ermöglicht Auskunft über Klimafreundlichkeit des Gebäudes Ermöglicht nachhaltige Optimierung von Gebäuden Fördert Sensibilisierung Ermöglicht Identifikation relevanter Stellschrauben
Anwendungsevaluation			Erfolgseinschätzung

7.4 Evaluation 3: Untersuchung der Methode zur Ermittlung der Kulturperformanz

In der Evaluation 3 erfolgt die Bewertung der Anwendung des Ansatzes mithilfe eines Vergleichs der Methode. Der entwickelte Ansatz wurde dazu in einem Fallbeispiel im Rahmen einer Studienarbeit angewandt und anschließend hinsichtlich zuvor festgelegter Parameter qualitativ bewertet. Des Weiteren erfolgte eine qualitative Bewertung anhand eines Vergleichs mit zwei alternativen Methoden, welche ein ähnliches Ziel verfolgen. Die Evaluation 3 fokussiert dabei die Anwendungsevaluation der entwickelten Teilmethode zur Quantifizierung und Bewertung der Kulturperformanz. Die Erfolgseinschätzung kann nicht auf Basis einer Anwendung oder eines Vergleiches durchgeführt werden und wird deshalb in diesem Kapitel vernachlässigt. Die Anwendung der Methode erfolgte anhand von zwei Bürogebäuden in Deutschland am Standort München und Hamburg und gleicht jener aus Fallbeispiel 4 in Kapitel 6.2.4. Die Beschreibung der Gebäude sowie die Vorgehensweise und Randbedingungen der Durchführung der Methode kann dem Kapitel 6.2.4 entnommen werden.

Die Methode wird in Hinblick auf nachfolgende Aspekte bewertet:

- Aufwand
- Datengrundlage
- Anfälligkeit durch Unsicherheitsfaktoren
- Anpassungsfähigkeit
- Objektivität
- Nachvollziehbarkeit

Dabei stellen der Aufwand, die Datengrundlage, die Anfälligkeit durch Unsicherheitsfaktoren und die Anpassungsfähigkeit Aspekte der Anwendbarkeit dar. Durch die Betrachtung der Ganzheitlichkeit, Objektivität und Nachvollziehbarkeit wird die Nutzbarkeit des Ansatzes bewertet.

Zu Beginn erfolgt eine allgemeine Einschätzung des entwickelten Ansatzes auf Basis der Erkenntnisse, welche durch die Anwendung erhoben werden konnten.

Hinsichtlich des zeitlichen **Aufwands** der Methode zeigt die Anwendung, dass zwei Gebäude innerhalb von ca. 6 Monaten in Hinblick auf die Kulturperformanz quantifiziert und bewertet werden können. Die *Identifikation der baukulturellen Aspekte* sowie der *paarweise Vergleich* (vgl. Kapitel 5.3.2) stellten sich als Phasen mit dem höchsten Aufwand heraus. Dies hängt jedoch stark davon ab, in welchem Umfang und nach welcher Vorgehensweise die unterschiedlichen Phasen der Methode durchlaufen werden. Beispielsweise ist das Durchführen von Experteninterviews mit einem höheren Aufwand verbunden als eine Online-Umfrage. Eine Kombination von Vorgehensweisen erhöht zudem den Aufwand. Nachfolgende Tabelle 54 gibt eine Übersicht zum geschätzten Aufwand in den unterschiedlichen Phasen der Methode. Insgesamt kann der Aufwand für die gesamte Methode als eher mittel bis hoch eingeschätzt werden und hängt stark von den verwendeten Vorgehensweisen ab.

Tabelle 54 Einschätzung des Aufwands in den unterschiedlichen Phasen der Methode zur Ermittlung der Kulturperformanz

Methodenphase	Vorgehensweise	Geschätzter Aufwand
Identifikation der baukulturellen Aspekte	Ortsbesichtigung durch Anwender der Methode	Je nach Standort und Distanz zum Standort mittel oder hoch
	Literaturrecherche durch den Anwender der Methode	Mittel
	Online - Umfrage	Gering
	Umfrage in Präsenz	Hoch
	Experteninterview	Mittel
Gewichtung der baukulturellen Aspekte	Durch Anwender auf Basis von Eindrücken und Erkenntnissen der Literaturrecherche und Ortsbesichtigung	Gering
	Online-Umfrage	Gering
	Umfrage in Präsenz	Hoch
	Experteninterview	Mittel
Ausprägungsbestimmung	Durch Anwender	Gering
	Online-Umfrage	Gering
	Umfrage in Präsenz	Hoch
	Experteninterview	Mittel
Berechnung der Performanz	Durch Anwender	Gering

Die Anwendung zeigt, dass die **Datengrundlage** für die baukulturelle Standortanalyse bei Erfassung mittels einer Literaturrecherche für die meisten Städte, insbesondere die Großstädte in Deutschland, gegeben ist. Für kleinere Dörfer und Gemeinden zeigt sich ggfs. ein anderes Ergebnis. Ortsbesichtigungen können weitere Erkenntnisse liefern. Die gebaute Umwelt ist dabei immer als Datengrundlage gegeben. In der Anwendung zeigt sich zudem, dass die Datengrundlage auf Basis von freiwilligen Online-Umfragen aufgrund der mangelnden Bereitschaft zur Teilnahme als unzureichend einzustufen ist. Eine Aufwandsentschädigung könnte hierbei zu einer Verbesserung führen. Die Datengrundlage auf Basis von Experteninterviews wird vom Vorhandensein sowie der Bereitschaft von Experten beeinflusst. In der Anwendung hat sich gezeigt, dass Experten ausfindig gemacht werden können und die Bereitschaft zur Teilnahme hoch ist. Auf Basis dieser Erkenntnisse kann die Datengrundlage, welche auf Experteninterviews basiert, eher positiv bewertet werden. Insgesamt kann die Datengrundlage für die baukulturelle Standortanalyse als eher positiv eingeschätzt werden.

Durch die Anwendung konnten unterschiedliche **Unsicherheitsfaktoren** identifiziert werden. Ein Unsicherheitsfaktor zeigt sich in der ggfs. fehlenden Literatur zum Standort. Des Weiteren sind teilweise erhobene Daten durch Umfragen aufgrund mangelnder Repräsentativität unbrauchbar. Dies ist zum einen auf eine geringe Bereitschaft zur Teilnahme und somit auf eine zu geringe Teilnehmeranzahl zurückzuführen und zum anderen auf eine abweichende Zusammensetzung der Teilnehmenden hinsichtlich der demografischen Daten im Vergleich zur Zielgruppe. Die Befragung einer ausgewählten Personengruppe

und eine Aufwandsentschädigung der Teilnehmenden, wie es häufig in der Marktstudie der Fall ist, könnten Lösungsansätze darstellen. Weitere potenzielle Unsicherheitsfaktoren sind durch die Abhängigkeit der Verfügbarkeit sowie Bereitschaft von Experten als Datenquelle in Experteninterviews gegeben. Insgesamt ist die Gefährdung der Zielerreichung der Methode durch Unsicherheitsfaktoren dennoch gering einzustufen, da unterschiedliche Methoden alternativ oder kombiniert eingesetzt werden können.

Die **Anpassungsfähigkeit** der Methode an unterschiedliche Standorte kann auf Basis der Erkenntnisse der Anwendung als hoch eingestuft werden. Die Methode kann für Gebäude an unterschiedlichen Standorten angewandt werden. Des Weiteren ist davon auszugehen, dass unterschiedliche Gebäudetypen untersucht werden können. Die Auswahl der durchgeführten Methoden in den unterschiedlichen Phasen des Lösungsansatzes kann in Abhängigkeit der vorhandenen Randbedingungen flexibel gewählt werden. Die Bewertungskriterien werden an die Randbedingungen des untersuchten Gebäudes angepasst. Die Anpassungsfähigkeit ist dementsprechend als hoch zu bewerten.

Die Erkenntnisse der Anwendung ermöglichen eine Einschätzung der **Objektivität** der Methode. Die Bestimmung der baukulturellen Aspekte am Standort erfolgt durch eine Literaturrecherche oder Ortsbesichtigung durch den Anwender der Methode, Umfragen oder Experteninterviews. Der Anwender der Methode sollte dabei über ein hohes Fachwissen im Bereich klimaangepasstes Bauen verfügen und zudem keinerlei Interesse am Ergebnis haben. Sind diese Randbedingungen erfüllt, kann das Vorgehen als eher objektiv eingestuft werden. Weisen die Umfragen eine ausreichend große und repräsentative Teilnehmerzahl auf, kann auch diese Vorgehensweise als objektiv eingestuft werden. Die Ergebnisse von Experteninterviews sind i. d. R. ebenfalls als eher objektiv anzusehen, da die Expertise eine unabhängige Einschätzung ermöglicht. Dennoch ist auch hier von Relevanz, dass der befragte Experte kein Interesse am Ergebnis hat. Gleiches gilt für die Methoden zur Bestimmung der Priorität. Die Ausprägungsbestimmung ist ähnlich wie im Produktdesign teilweise von Subjektivität geprägt. Um die Objektivität zu erhöhen, wird wie in Kapitel 5.3.2 erläutert, eine Ausprägungsbeschreibung hinzugefügt. Die Berechnung der Kulturperformanz erfolgt auf Basis eines Rechenschemas mithilfe eines programmierten Tools. Dabei ist von keiner Relevanz, welche Person die Berechnung durchführt. Somit ist die letzte Phase der Teilmethode als objektiv zu bezeichnen.

Die Anwendung der Methode zeigt, dass die **Nachvollziehbarkeit** der Vorgehensweise gegeben ist. Es ist nachvollziehbar, wie die Daten erhoben und genutzt werden. Die Berechnungsweise der Kulturperformanz ist ebenfalls transparent und nachvollziehbar.

Nachfolgende Tabelle 55 fasst die Ergebnisse der allgemeinen Einschätzung übersichtlich zusammen

Tabelle 55 Übersicht der allgemeinen Einschätzung der Methode hinsichtlich unterschiedlicher Aspekte

Zu bewertender Aspekt	Allgemeine Einschätzung der Methode
Aufwand	Mittel bis hoch
Datengrundlage	ausreichend vorhanden <ul style="list-style-type: none"> • Stark abhängig von der gewählten Vorgehensweise
Anfälligkeit durch Unsicherheitsfaktoren	Gering Mögliche Unsicherheitsfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Ggfs. fehlenden Literatur • Mangelnder Repräsentativität der Umfrageergebnisse • Mangelnde Verfügbarkeit und Bereitschaft von Experten zu Interviews ⇒ Kann durch Wahl der Vorgehensweise ausgeglichen werden
Anpassungsfähigkeit	Hoch <ul style="list-style-type: none"> • Freie Wahl der Vorgehensweise in Abhängigkeit der Randbedingungen vor Ort • Anpassung der Bewertungskriterien in Abhängigkeit der Randbedingungen vor Ort
Objektivität	Gegeben <ul style="list-style-type: none"> • Befragung unabhängiger Experten • Ausreichend hohe und repräsentative Teilnehmeranzahl der Umfragen • Anwender mit ausreichendem Fachwissen im Bereich kulturangepasstes Bauen und ohne eigenes Interesse am Ergebnis
Nachvollziehbarkeit	Vorgehensweise und Ergebnis sind nachvollziehbar

Im Anschluss an die allgemeine Einschätzung des Ansatzes erfolgt eine Beurteilung auf Basis eines Vergleichs mit zwei Methoden, welche ein ähnliches Ziel verfolgen. Eine der Vergleichsmethoden ist die Bewertungsmethode DGNB Diamant (DGNB e.V.), welche bereits im Stand des Wissens in Kapitel 2.2.4 vorgestellt wurde. Die weitere Bewertungsmethode, welche als Vergleichsreferenz dient, ist das Qualitätssystem für Baukultur von Davos (Amréus et al., 2021). Dieses wurde ebenfalls bereits in Kapitel 2.2.4 vorgestellt. Die Methoden werden in Hinblick auf die bereits zu Beginn des Kapitels aufgeführten Aspekte verglichen.

Bei näherer Betrachtung der Methoden fällt auf, dass der **Aufwand** in allen drei Systemen stark variieren kann. Wie bereits in der allgemeinen Einschätzung erläutert, hängt der Aufwand des in dieser Arbeit entwickelten Ansatzes stark davon ab, welche Methoden oder welche Kombination von Methoden in den jeweiligen Phasen durchgeführt werden. Im System von Davos (Amréus et al., 2021) wird der Aufwand davon beeinflusst, in welcher Tiefe die gestellten Fragen beantwortet werden, von wie vielen Personen die

Fragen beantwortet werden und wie viele Frage zusätzlich im jeweiligen Fall ergänzt werden. In der Methode DGNB Diamant (DGNB e.V.) werden die Planungsunterlagen gesichtet und eine Ortsbegehung durchgeführt, um anschließend in einem Gremium die baukulturelle Qualität des Gebäudes zu bewerten. Der Aufwand hängt hier von der Größe des Projektes sowie der Anzahl der Gremium-Mitglieder ab. Insgesamt kann geschätzt werden, dass der Aufwand der Methode DGNB Diamant (DGNB e.V.) am geringsten einzustufen ist. Der Aufwand des in dieser Arbeit entwickelten Ansatzes und des Qualitätssystems von Davos (Amréus et al., 2021) ist je nach Ausführung in etwas gleich einzustufen.

Die Planungsunterlagen, das gebaute Gebäude, welches bewertet wird und die Meinung der Experten aus dem Gremium bilden die **Datengrundlage** für das System nach DGNB (DGNB e.V.). Eine Verfügbarkeit der Planungsunterlagen sowie des gebauten Gebäudes ist gegeben. Die Meinungen hängen vom Vorhandensein sowie der Teilnahmebereitschaft der Experten ab. Um nach dem Ansatz von Davos (Amréus et al., 2021) ein Ergebnis zu erhalten, werden die Antworten der Befragten benötigt. Dazu ist neben der Teilnahmebereitschaft ein vertieftes Wissen der Befragten hinsichtlich des Bauprojektes notwendig. Um ein glaubwürdiges Ergebnis zu erhalten, spielt zudem eine Rolle, wer die Fragen beantwortet und wie viele Personen die Fragen beantworten. Die Datengrundlage der in dieser Arbeit entwickelten Methode hängt, wie bereits in der allgemeinen Einschätzung beschrieben, vom Vorhandensein ausreichender Literatur, der Teilnahmebereitschaft der Umfrageteilnehmer und dem Vorhandensein sowie der Teilnahmebereitschaft von Experten ab. Vorteil der Methode ist, dass eine fehlende Datengrundlage ausgeglichen werden kann, indem eine andere Vorgehensweise gewählt wird. Insgesamt kann die Datengrundlage der in dieser Arbeit entwickelten Methode sowie der Methode DGNB Diamant (DGNB e.V.) als eher positiv eingestuft werden. Die Anwendung der Methode zeigte, dass insbesondere die Datenerhebung mithilfe von freiwilligen Umfragen häufig zu unzureichenden Daten führt. Aus diesem Grund wird die Datengrundlage des Systems nach Davos (Amréus et al., 2021) als eher unzureichend eingestuft.

Die möglichen **Unsicherheitsfaktoren** der in dieser Arbeit entwickelten Methode sind wie bereits in der allgemeinen Einschätzung beschrieben, die mangelnde Bereitschaft der Umfrageteilnehmer und Experten sowie das Nichtvorhandensein von Experten. Als weitere Unsicherheitsfaktoren sind die ggfs. fehlende Literatur, die unzureichende Repräsentativität der Umfrageteilnehmer sowie die eingeschränkte Möglichkeit einer Ortsbesichtigung zu nennen. Eine Anwendung des Systems DGNB Diamant (DGNB e.V.) ist ebenfalls durch das Nichtvorhandensein von Experten des Gremiums gefährdet. Eine Datengrundlage des Systems stellt die Ortsbesichtigung durch die Experten da. Mögliche Unsicherheitsfaktoren sind hierbei terminliche Engpässe der Experten oder Einschränkungen der Anreisemöglichkeiten. Als Unsicherheitsfaktor der Methode nach Davos (Amréus et al., 2021) sind die mangelnde Bereitschaft von Personen zur Beantwortung der Fragen sowie das fehlende Wissen der Befragten zum Bauprojekt zu nennen. Des Weiteren kann die Anwendung durch eine geringe Teilnehmeranzahl gefährdet sein. Vorteil des in dieser Arbeit entwickelten Ansatzes ist, dass alternative Vorgehensweise gewählt werden können, wenn Unsicherheitsfaktoren dazu führen, dass eine Methode nicht durchführbar ist.

Wie in der allgemeinen Einschätzung beschrieben kann die **Anpassungsfähigkeit** des in dieser Arbeit entwickelten Ansatzes als hoch eingeschätzt werden. Die Vorgehensweisen sowie behandelten baukulturellen Aspekte sind in der Methode, den Randbedingungen vor Ort flexibel anzupassen. Die bewerteten Aspekte des Systems DGNB Diamant (DGNB e.V.) sind offengehalten, sodass auf die Gegebenheiten vor Ort eingegangen werden kann. Dennoch werden unabhängig vom Standort die gleichen Aspekte behandelt. Aspekte, welche ggfs. an einem Standort von hoher Relevanz sind, wie beispielsweise der Technologisierungsgrad, können somit unberücksichtigt bleiben. Die Methode von Davos (Amréus et al., 2021) bewertet die baukulturelle Qualität anhand von beantworteten Fragen aus einem vorgegebenen Fragenkatalog. Eine Anpassung an die Randbedingungen vor Ort kann durch die Auswahl von geeigneten Fragen oder Entwicklung weiterer Fragen erfolgen. Dennoch wird sich an den ortsunabhängigen Fragen orientiert. Es kann gefolgert werden, dass die Anpassungsfähigkeit der Methode DGNB Diamant (DGNB e.V.) sowie des Systems nach Davos (Amréus et al., 2021) als eher gering angesehen werden kann.

Die **Objektivität** der in dieser Arbeit entwickelten Methode kann in den unterschiedlichen Phasen unterschiedlich bewertet werden. In den ersten drei Phasen ist eine Objektivität gegeben, wenn unabhängige Experten in Interviews befragt werden, die Teilnehmeranzahl der Umfragen ausreichend hoch und repräsentativ ist und der Anwender der Methode über ein ausreichendes Fachwissen im Bereich kulturangepasstes Bauen verfügt und kein eigenes Interesse am Ergebnis der Methode hat. Die vierte Phase der Methode ist aufgrund des vorgegebenen Berechnungsschemas objektiv. Im System DGNB Diamant (DGNB e.V.) erfolgt die Bewertung durch ein Gremium aus Experten. Bei diesem ist darauf zu achten, dass die Experten kein Interesse am Ergebnis haben. Der Expertenstatus ermöglicht i. d. R. eine objektive Bewertung. Somit ist die Objektivität des Systems gegeben. Dennoch ist zu berücksichtigen, dass die Perspektive eindimensional ist und die Meinung von Nutzern nicht berücksichtigt wird. In der Methode nach Davos (Amréus et al., 2021) basiert das Ergebnis auf der Beantwortung von Fragen durch Stakeholder eines Bauprojektes. Eine Objektivität des Ergebnisses wäre bei einer repräsentativen und hohen Teilnehmeranzahl gegeben. Alternativ würde die Beantwortung der Fragen durch Experten zu objektiveren Ergebnissen führen. Werden die Fragen jedoch von einigen beliebigen Stakeholdern beantwortet, ist das Ergebnis von hoher Subjektivität geprägt. Des Weiteren können die Anwender in Abhängigkeit des Standortes Fragen aussuchen und das Ergebnis so beeinflussen. Prinzipiell zeigen sich die Methode DGNB Diamant (DGNB e.V.) sowie der in dieser Arbeit entwickelte Ansatz als objektive Methoden. Das System von Davos (Amréus et al., 2021) hingegen ist von Subjektivität geprägt.

Die **Nachvollziehbarkeit** des in dieser Arbeit entwickelten Ansatzes ist, wie bereits in der allgemeinen Einschätzung beschrieben gegeben. Sowohl die einzelnen Phasen als auch das Berechnungsschema und somit das Ergebnis der Methode sind nachvollziehbar. Im Bewertungssystem DGNB Diamant (DGNB e.V.) erfolgt die Bewertung durch ein Gremium. Welche Aspekte durch das Gremium wie bewertet und gewichtet werden, ist nicht bekannt. Im Ansatz nach Davos (Amréus et al., 2021) wird auf Basis der Beantwortungen der Fragen eine Skala mit einem Erfüllungsgrad angegeben. Wie der Erfüllungsgrad zustande kommt, ist dabei nicht bekannt. Eine Nachvollziehbarkeit ist somit bei beiden Systemen nicht gegeben.

Nachfolgende Tabelle 56 fasst die Ergebnisse des Vergleichs zusammen. Die einzelnen Aspekte werden dabei farblich bewertet: Eine blaue Hinterlegung und Kennzeichnung mit einem Plus werden positiv, eine graue Farbhinterlegung und Kennzeichnung mit Null neutral und eine rote Hinterlegung und Kennzeichnung mit Minus negativ gewertet. Insgesamt zeigt sich, dass der in dieser Arbeit entwickelte Ansatz einen genauso hohen Aufwand wie das System nach Davos (Amréus et al., 2021) aufweist, jedoch einen höheren Aufwand als die Methode DGNB Diamant (DGNB e.V.). Die Datengrundlage ist wie bei der Methode DGNB Diamant (DGNB e.V.) ausreichend vorhanden. Im System von Davos (Amréus et al., 2021) ist diese hingegen eher nicht gegeben. Die Anfälligkeit des entwickelten Ansatzes durch Unsicherheitsfaktoren ist in der entwickelten Methode gering, im Ansatz DGNB Diamant (DGNB e.V.) eher gering und im System von Davos (Amréus et al., 2021) eher hoch einzustufen. Die Anpassungsfähigkeit des entwickelten Ansatzes ist als einzige der Methoden hoch. Sowohl die entwickelte Methode als auch der Ansatz DGNB Diamant (DGNB e.V.) ermöglichen eine objektive Bewertung. Lediglich der in dieser Arbeit entwickelte Ansatz ist vollständig nachvollziehbar. Insgesamt zeigt sich, dass die Methode im Vergleich zu den anderen beiden untersuchten Methoden hinsichtlich der betrachteten Aspekte besser zu bewerten ist. Lediglich der Aufwand ist höher einzustufen als im System DGNB Diamant (DGNB e.V.).

Tabelle 56 Übersicht der Bewertung der Methode anhand eines Vergleichs mit der Methode DGNB Diamant (DGNB e.V.) und dem Qualitätssystem von Davos (Amréus et al., 2021)

	In dieser Arbeit entwickelte Methode	DGNB Diamant	System von Davos
Aufwand	Mittel bis hoch (0)	Gering bis mittel (+)	Mittel bis hoch (0)
Datengrundlage	Gegeben (+)	Gegeben (+)	Eher nicht gegeben (-)
Anfälligkeit durch Unsicherheitsfaktoren	Gering (+) <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahmebereitschaft Umfrageteilnehmer • Repräsentativität der Umfrage • Vorhandensein und Bereitschaft von Experten • Einschränkungen der Anreise zur Ortsbesichtigung ⇒ Ausgleich durch andere Vorgehensweise	Eher gering (+) <ul style="list-style-type: none"> • Vorhandensein und Bereitschaft von Experten • Terminliche und sonstige Einschränkungen der Anreise zur Ortsbesichtigung 	Hoch (-) <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahmebereitschaft Umfrageteilnehmer • Repräsentativität der Umfrage
Anpassungsfähigkeit	Hoch (+)	Eher gering (0)	Eher gering (0)
Objektivität	Gegeben (+)	Gegeben (+)	Von Subjektivität geprägt (-)
Nachvollziehbarkeit	Nachvollziehbar (+)	Nicht nachvollziehbar (-)	Nicht nachvollziehbar (-)

7.5 Schlussfolgerungen aus den Evaluationen

In diesem Kapitel 7.5 werden die Ergebnisse der Evaluationen 1 bis 3 aus den Kapiteln 7.2, 7.3 und 7.4 zusammengefasst und übersichtlich dargestellt.

Wie in der Einleitung des Kapitels beschrieben, werden die Anwendbarkeit und Nutzbarkeit des Ansatzes bewertet. Zudem erfolgt eine Einschätzung des Erfolgs. Um die Anwendbarkeit des Ansatzes zu beurteilen, wurde die Verfügbarkeit der benötigten Daten, die Eignung der Vorgehensweise, die Berücksichtigung der relevanten Aspekte, die Nachvollziehbarkeit des Ansatzes sowie die Funktionalität der verwendeten Software betrachtet. Die Nutzbarkeit wurde überprüft, indem untersucht wurde, ob der entwickelte Ansatz eine Quantifizierung und objektive Bewertung der Zielgrößen unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit ermöglicht. Da es sich beim Ansatz dieser Arbeit um einen Prototyp einer neu zu entwickelnden Methode handelt, lag das Ziel der Nutzbarkeit in einem ersten Schritt in Richtung Quantifizierung und Bewertung der Zielgrößen. Aus diesem Grund erfolgt die zusätzliche Beurteilung des Erreichens dieses Ziels. Ein erfolgreiches Anwenden der Methode hätte langfristig eine Steigerung der Umsetzung klima- und kulturangepasster Gebäude sowie eine Steigerung der Sensibilisierung hinsichtlich dieser Thematik zur Folge. Des Weiteren würde die Methode einen wertvollen Beitrag zum Forschungsfeld klima- und kulturangepasstes Bauen liefern. Der tatsächliche Erfolg ist wie bereits erläutert, nur langfristig bewertbar und wird aus diesem Grund im Rahmen dieser Arbeit geschätzt.

Die nachfolgende Tabelle 57 fasst die Ergebnisse der Evaluationen 1 bis 3 zusammen und bewertet die einzelnen Aspekte mithilfe einer Farbhinterlegung und Markierung. Die Farbe Dunkelblau sowie die Kennzeichnung mit Doppelplus entspricht der Bewertung „positiv“, die Farbe Hellblau und Markierung mit einem Plus der Bewertung „eher positiv“, die Farbe Grau und Markierung Null der Bewertung „teils/teils“ und die Farbe Hellrot sowie die Markierung mit einem Minus der Bewertung „eher negativ“. Da kein Aspekt „negativ“ bewertet wurde, entfällt eine entsprechende Hinterlegung in der Tabelle mit der Farbe dunkelrot und Kennzeichnung mit einem Doppelminus. Die weiß hinterlegten Flächen wurden im Rahmen der jeweiligen Evaluation nicht betrachtet. Betrachtet man die vorhandenen Farben der jeweiligen Spalten, ermöglicht dies eine Einschätzung der Bewertung der jeweiligen Teilmethode. Die Betrachtung der Zeilen ermöglicht hingegen eine Einschätzung von Problematiken hinsichtlich des jeweiligen Aspektes.

Insgesamt zeigt sich, dass die Anwendbarkeit der Methode eher positiv eingestuft wurde. Eine eher negative Evaluation der Anwendbarkeit ist vor allem im Bereich der Teilmethode zur Untersuchung der Ökologie und Ökonomie zu sehen. Des Weiteren werden einige Aspekte bei der Teilmethode der Kultur sowie abermals der Ökologie und Ökonomie mit teils/teils bewertet. Ein Verbesserungspotenzial zeigt sich bei der Datengrundlage der Teilmethoden der Klimaperformanz sowie der Ökologie und Ökonomie, insbesondere bei einer Anwendung im Ausland. Die Vorgehensweise wird überwiegend positiv eingestuft. Lediglich bei der Kulturperformanz ist ein hohes Verbesserungspotenzial bei der Vorgehensweise der Umfragen vorhanden. Um eine repräsentative und ausreichend große Teilnehmergruppe zu erhalten, sollten die Teilnehmer zuvor in Hinblick auf die demografischen Daten ausgewählt und für den Aufwand ähnlich wie in der Marktforschung entschädigt werden. Die Evaluationen zeigen, dass die relevanten Aspekte berücksichtigt werden. Zudem wird die Methode als logisch, schlüssig und nachvollziehbar empfunden. Ein hohes

Verbesserungspotenzial zeigt sich bei den verwendeten Software-Produkten der Ökobilanzierung und Lebenszykluskostenanalyse im Ausland.

Die Nutzbarkeit wird insgesamt überwiegend positiv eingestuft. Die Teilmethoden zur Ermittlung und Bewertung der Kulturanpassung sowie zur Ökologie und Ökonomie werden hinsichtlich der Nutzbarkeit teilweise positiv, teilweise negativ bewertet. Ein Verbesserungspotenzial wird in der Quantifizierung und objektiven Bewertung der Kulturanpassung sowie der Ökologie und Ökonomie des Gebäudes gesehen. Die teilweise negative Bewertung bezieht sich vorrangig auf den nicht europäischen Raum und ist dabei auf die mangelnde Teilnahmebereitschaft zu Umfragen bzw. die unzureichende Datengrundlage sowie mangelnde Verfügbarkeit regionaler Software für die Ökobilanzierung und Lebenszykluskostenanalyse zurückzuführen. Herauszustellen ist, dass das Hauptziel der Nutzbarkeit des entwickelten Ansatzes, einen ersten Schritt in Richtung Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit zu ermöglichen, ausschließlich positiv bewertet wurde.

Ein Vergleich der Evaluationen zeigt zudem, dass die Teilmethode der Kulturperformanz in den Experteninterviews deutlich schlechter bewertet wurde als in den Evaluationen durch die Anwender der Methode oder auf Basis des Vergleichs.

Der Erfolg der Methode wurde insgesamt positiv eingeschätzt. Entsprechend der Evaluation der Anwendbarkeit und Nutzbarkeit werden die Teilmethoden der Kulturanpassung und der Ökologie sowie Ökonomie etwas schlechter bewertet als die Teilmethode der Klimaanpassung.

Insgesamt zeigen die Evaluationen, dass der Ansatz überwiegend „positiv“ eingestuft wurde.

Tabelle 57 Übersicht der Evaluationen des entwickelten Ansatzes zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit

		Evaluation1		Evaluation 2			Evaluation 3
Kriterien		Klima	Kultur	Klima	Kultur	Ökologie/ Ökonomie	Kultur
Anwendbarkeit	Datengrundlage vorhanden	+	0	+	+	0	++
	Datengrundlage in D vorhanden			++	++	++	++
	Datengrundlage im Ausland vorhanden			-	+	-	++
	Vorgehensweisen geeignet	++	0	++	+	+	++
	Berücksichtigung relevanter Aspekte	++	++		++		++
	logisch und schlüssig, bzw. nachvollziehbar			+	+		++
	Datenverarbeitung durch Software			++	+	-	
	Ergebnisausgabe durch Software			++	+	-	
Nutzbarkeit	Ermöglicht Quantifizierung der Bewertungsgröße	++	0	+	+	0	
	Berücksichtigung der Nachhaltigkeit	+	+			++	
	Objektive Bewertung	+	0	+	+	0	++
	erster Schritt in Richtung Quantifizierung und Bewertung	++	++	++	++	+	
Erfolg	Wertvollen Beitrag im klima- und kulturangepassten Bauen	++	++	++	+	+	
	Sensibilisierung hinsichtlich des Themas klima- und kulturangepasstes Bauen				++	++	
	Steigerung der Umsetzung klima- und kulturangepasster Bauprojekte	++	+	++	++	++	

8 Bewertung und Beitrag der Arbeit

Nach der Evaluierung des entwickelten Ansatzes besteht das Ziel dieses Kapitels in der kritischen Reflexion der Arbeit und der Darstellung des Beitrags, den sie leistet. Abschnitt 8.1 diskutiert dazu den Forschungsansatz sowie die Forschungsergebnisse. In Kapitel 8.2 wird der Beitrag der Arbeit in der Forschung und Praxis dargelegt.

8.1 Kritische Reflexion des Forschungsansatzes

Ziel der Arbeit ist die Entwicklung einer ersten Methode, um die Klima- und Kulturanpassung von Gebäuden unter Berücksichtigung nachhaltiger Aspekte zu quantifizieren und zu bewerten. Die Vorgehensweise orientierte sich dabei an der DRM nach Blessing und Chakrabarti (2009). Anschließend erfolgt die kritische Reflexion der Vorgehensweise sowie der Forschungsergebnisse.

8.1.1 Kritische Reflexion der Vorgehensweise

Ausgangspunkt für die Untersuchung war die Ermittlung des Stand des Wissens mithilfe einer **Durchsicht der vorhandenen Literatur** über das klima- und kulturangepasste Bauen (Kapitel 2). Dabei fiel auf, dass zum einen eine Vielzahl an Literatur zum klimaangepassten Bauen und zum anderen eine geringe Anzahl an wissenschaftlicher Literatur zum kulturangepassten Bauen vorhanden ist. Dies verdeutlicht, dass das klimaangepasste Bauen ein bereits mehrfach erforschtes Feld darstellt, das kulturangepasste Bauen hingegen kaum. Eine Herausforderung zeigte sich darin, dass sowohl der Begriff des klimaangepassten als auch der des kulturangepassten Bauens nicht eindeutig definiert ist. Das klimaangepasste Bauen wird oftmals als klimagerechtes oder ökologisches Bauen bezeichnet. Zudem wird der Begriff unterschiedlich verstanden. Es zeigte sich die Notwendigkeit, den Begriff insbesondere vom *klimawandelangepassten* als auch vom *nachhaltigen* Bauen abzugrenzen. Der Begriff des kulturangepassten Bauens findet derzeit noch kaum Verwendung. Die Baukultur hingegen wird häufiger thematisiert. Auch dieser Begriff ist jedoch weder definiert noch abgegrenzt, sodass unterschiedliche Aspekte darunter verstanden werden. Eine Definition und Abgrenzung der Begriffe waren somit im Rahmen dieser Arbeit notwendig und erfolgten in Kapitel 2. Die Untersuchung von Veröffentlichungen unterschiedlicher Fachbereiche (Ingenieurwissenschaften, Sozialwissenschaften etc.) verdeutlichte, dass die Thematik des klima- und kulturangepassten Bauens je nach Fachbereich unterschiedlich betrachtet wird. Eine weitere Herausforderung bestand darin, die unterschiedlichen Perspektiven übersichtlich zusammenzuführen. Eine quantitative Auswertung der Literatur im Rahmen einer Metaanalyse zeigte, dass die Anzahl der Veröffentlichungen im klima- und kulturangepassten Bauen steigt und das Interesse an der Thematik zunimmt. Mithilfe einer quantitativen sowie qualitativen Auswertung der Inhalte der vorhandenen Literatur konnte die Forschungslücke klar identifiziert werden. Es zeigte sich, dass eine Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit fehlt. Darüber hinaus bietet die Literaturrecherche einen hilfreichen Überblick über die Herausforderungen und Chancen im klima- und kulturangepassten Bauen.

Neben der Literaturrecherche lieferte eine **empirische Studie** wichtige Beiträge zur Ermittlung des Forschungsbedarfs (Kapitel 3). Eine dazu durchgeführte Interviewstudie mit Experten bestätigte die Forschungslücke sowie weitere relevante Erkenntnisse zum Stand des Wissens aus der Literaturrecherche. Ebenfalls bestätigten sich die Anforderungen an den Ansatz, welche aus der Literaturrecherche abgeleitet werden konnten. Durch die empirische Studie konnte das Wissen aus der Praxis genutzt werden, um ergänzende Informationen zu gewinnen. Damit die Methode auch in der Praxis einen Mehrwert liefert, konnten weitere Anforderungen an den Lösungsansatz identifiziert werden. Da der Stand des Wissens aus der Literaturrecherche aufzeigte, dass die Thematik einer ganzheitlichen und interdisziplinären Betrachtung bedarf, wurden Experten aus unterschiedlichen Fachbereichen befragt. Dabei zeigte sich, dass die Grundeinstellung der befragten Experten sich hinsichtlich des klima- und insbesondere des kulturangepassten Bauens stark unterscheidet. Das Zusammenführen und die gleichzeitige Berücksichtigung der unterschiedlichen Meinungen stellten eine weitere Herausforderung dar. Die Betrachtungsweise der Thematik des kulturangepassten Bauens unterscheidet sich dabei stark und weist teilweise eine starke emotionale Komponente auf. Darauf wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht eingegangen. Weitere sozialwissenschaftliche Untersuchungen werden jedoch als sinnvoll angesehen. Die Betrachtungsweise der Baukultur fokussiert sich im Rahmen dieser Arbeit auf eine ingenieurwissenschaftliche. Insgesamt bestätigte die empirische Studie die Erkenntnisse, welche mithilfe der Literaturrecherche gewonnen werden konnten und lieferte zudem weitere. Darüber hinaus konnten hilfreiche Informationen in Hinblick auf eine Anwendung des Ansatzes in der Praxis gesammelt werden.

Auf Basis der Erkenntnisse der Literaturrecherche und der empirischen Studie konnten die **Anforderungen und theoretischen Grundlagen** zum benötigten Lösungsansatz umrissen werden (Kapitel 4). Die Nutzung der Daten aus der Literaturrecherche und Interviewstudie ermöglichte dabei das Zusammenführen unterschiedlicher Perspektiven. Da es sich bei der zu entwickelnden Methode um einen Prototyp handelt, erwies sich eine Definition der Kernfunktionalitäten als notwendig. Erweiterte Funktionalitäten sind in Weiterentwicklungen der Methode zu integrieren. Eine Herausforderung lag in der Abgrenzung der unterschiedlichen Funktionalitäten. Die Anforderungen konnten klar abgeleitet und in einen Anforderungskatalog überführt werden. Dabei war zu unterscheiden, welche Anforderungen sich auf Kernfunktionalitäten beziehen und welche auf erweiterte. Die Anforderungen hinsichtlich erweiterter Funktionalitäten blieben im Rahmen dieser Arbeit unberücksichtigt und werden in Kapitel 9.2 dem Ausblick nochmal aufgegriffen. Aufbauend auf den Anforderungen konnte ein erster konzeptioneller und anschließend ein erweiterter Entwurf der benötigten Methode entwickelt werden. Auf Basis des Anforderungskatalogs sowie des Entwurfs erfolgte die Auswahl geeigneter Methoden. Da die Erkenntnisse zu den Anforderungen auf einer interdisziplinären Betrachtung basieren, zeigte sich die Notwendigkeit der Verwendung verschiedener Methoden aus unterschiedlichen Fachbereichen (Mixed-Method-Ansatz). Als Herausforderung erwies sich dabei das Zusammenführen der Methoden aus den verschiedenen Bereichen. Anschließend erfolgte auf Basis der Anforderungen und des erweiterten Entwurfs die Entwicklung des Prototyps der Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit (Kapitel 5).

Um die Funktionalität der entwickelten Methode zu prüfen, erfolgte eine Testung durch **Anwendung der Methode in Fallbeispielen** (Kapitel 6). Eine Herausforderung bestand in der Auswahl der Fallbeispiele, da berücksichtigt werden sollte, dass die Methode für unterschiedliche Gebäudetypen an unterschiedlichen Standorten einsetzbar sein soll. Insgesamt wurden 13 Gebäude in neun Fallbeispielen untersucht. Neben Wohnbauten wurden Bürogebäude betrachtet. Bei der Wahl der Standorte wurde darauf geachtet, dass diese sich sowohl hinsichtlich der Klimazone als auch des Entwicklungsstandes unterscheiden. Einige der Fallstudien wurden im Rahmen von Studienarbeiten durchgeführt, um eine Evaluierung des Ansatzes durch Anwender der Methode, welche diese nicht selbst entwickelt haben, zu ermöglichen. Durch die Anwendung konnten erste Erkenntnisse hinsichtlich der Funktionalität der Methode gewonnen werden.

Als letzter Forschungsschritt wurde die **Evaluierung der entwickelten Methode** durchgeführt (Kapitel 7). Entsprechend der Design Research Methodology (DRM) nach Blessing und Chakrabarti (2009) wurden die drei Dimensionen *Nutzbarkeit*, *Anwendbarkeit* und *Erfolg* bewertet. Da der Erfolg der Methode erst nach der Umsetzung und anschließenden Erfassung der Erfolgskriterien zu bewerten ist, wurde im Rahmen der Arbeit eine Erfolgseinschätzung durchgeführt. Es war möglich, drei Evaluationen mit unterschiedlichen Vorgehensweisen durchzuführen. Die Evaluation 1 erfolgte im Rahmen der Experteninterviews. In der Evaluation 2 wurde der Ansatz von den Anwendern der Methode in einer Umfrage anhand von qualitativen und quantitativen Fragen bewertet. Die dritte Evaluation führte eine Bewertung anhand eines Vergleichs mit Methoden durch, welche ein ähnliches Ziel verfolgen. Die Kombination der unterschiedlichen Evaluationen liefert eine Bewertung aus unterschiedlichen Perspektiven. Zudem zeigte sich, dass eine Evaluation der Anwendbarkeit des Ansatzes sich insbesondere durch die Anwender als geeignet erweist. Das Wissen, welches aus der Erfahrung in der Anwendung des Ansatzes gewonnen werden konnte, unterstützte die Bewertung. Ein Vergleich liefert ebenfalls hilfreiche Erkenntnisse hinsichtlich einer Bewertung der Anwendbarkeit. Als Herausforderung zeigte sich dabei, dass nicht für alle Teilmethoden des entwickelten Ansatzes vergleichbare Methoden verfügbar sind, sodass diese Evaluation sich auf die Evaluierung der Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Kulturperformanz fokussiert. Für die Erfolgseinschätzung stellte sich im Rahmen dieser Arbeit heraus, dass insbesondere die Befragung von Experten im Rahmen eines Interviews geeignet ist. Aufgrund der langjährigen Berufserfahrung und Expertise wird eine Einschätzung ermöglicht. Um die Nutzbarkeit des Ansatzes zu bewerten, eigneten sich alle Vorgehensweisen der Evaluationen. Insgesamt wurde der Ansatz eher positiv bewertet. Erste Verbesserungsmaßnahmen konnten abgeleitet werden.

Zum Abschluss des Kapitels werden noch einige Aspekte der Vorgehensweise diskutiert.

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine Forschungsarbeit in den Ingenieurwissenschaften im Fachbereich Bauingenieurwesen. Im Rahmen der Arbeit wurde jedoch ein interdisziplinäres Vorgehen gewählt, in welchem Methoden aus dem Bereich des Maschinenbaus, der Architektur, der Kulturwissenschaften und der Soziologie Anwendung finden. Zudem wurde die DRM (Design Research Methodology) von Blessing und Chakrabarti (2009) auf diese Arbeit übertragen, indem die Vorgehensweise der Arbeit sich an der DRM orientiert. Es zeigte sich, dass viele Methoden übertragen und Synergien erzeugt werden

konnten. Zudem konnte aufgrund der Berücksichtigung verschiedener Perspektiven unterschiedlicher Fachrichtungen ein umfassendes interdisziplinäres Verständnis der Thematik sowie eine ganzheitliche Untersuchung der Thematik ermöglicht werden. Die Anwendung der DRM fördert darüber hinaus ein strukturiertes Vorgehen und steigerte die Nachvollziehbarkeit und Vergleichbarkeit der Vorgehensweise. Das Hinausblicken über den Tellerrand hat sich in dieser Arbeit als förderlich erwiesen.

Ein weiterer zu diskutierender Aspekt ist die Verwendung empirischer Daten innerhalb der Arbeit. Im Rahmen von Experteninterviews und Umfragen wurden empirische Daten als Grundlage für die Entwicklung sowie Evaluation des Ansatzes erhoben. Es zeigte sich, dass somit die Herausforderungen, welchen in der Praxis begegnet wird, sowie die Anforderungen aus der Praxis besser berücksichtigt werden konnten. Zudem lieferte das Erfahrungswissen der Befragten zusätzliche Informationen, welche mithilfe einer Literaturrecherche nicht erfassbar gewesen wären. Die Literaturrecherche konnte in dieser Arbeit die Forschungslücke aufweisen. Der Bedarf eines Schließens der Lücke konnte mithilfe der empirischen Daten dargelegt werden. Insgesamt kann festgehalten werden, dass die Verwendung empirischer Daten in dieser Arbeit zu einer Zusammenführung der Theorie und Praxis beitrug und somit einen forschungsbasierten, praxisorientierten Ansatz ermöglichte.

8.1.2 Kritische Reflexion der Ergebnisse

Nach der kritischen Reflexion der Vorgehensweise konzentriert sich dieser Abschnitt auf die Diskussion der Forschungsergebnisse. Das Ziel des Forschungsprozesses bestand in der Entwicklung eines Prototyps, einer Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit.

Aus funktionaler Sicht zeigten die Evaluierungen sowohl die Stärken der Methode als auch Raum für weitere Verbesserungen. In Anlehnung an die SWOT Analyse (Thompson, 1994) wurden auf Basis der Erkenntnisse aus den Fallbeispielen sowie der Evaluationen die Stärken und Schwächen sowie die Chancen und Herausforderungen des entwickelten Ansatzes in der nachfolgenden Tabelle 58 dargelegt.

Der Ansatz zur Quantifizierung und Bewertung der **Klimaperformanz** wurde insgesamt positiv evaluiert. Die Methode erfüllt das Ziel, indem eine geeignete Größe ermittelt und nach dem Performanz-Ansatz bewertet werden kann. Als Einschränkung zeigt sich, dass lediglich Standorte, für welche Klimadaten zur Verfügung stehen, untersucht werden können. Des Weiteren können nur Materialien abgebildet werden, von denen die bauphysikalischen Baustoffkenngrößen bekannt sind. In der Anwendung fällt auf, dass Daten zu typischen Nutzungsprofilen sowie zum Komfortbereich der operativen Innenraumtemperatur für den Standort häufig nicht verfügbar sind. In diesem Bereich besteht ein Forschungsbedarf. Zu hinterfragen ist, inwieweit die operative Innenraumtemperatur sich als beschreibende Größe für die Klimaperformanz eignet. Als Maß für die thermische Behaglichkeit wird häufig der PPD nach Fanger (1970) verwendet. Dieser könnte beispielsweise alternativ als beschreibende Größe verwendet werden. Hierbei könnte die Performanz für unterschiedliche Kategorien des PPDs wie in der DIN EN 16798-1 (2022) bestimmt werden.

Der entwickelte Ansatz zur Quantifizierung und Bewertung der **Kulturperformanz** wird eher positiv bewertet. Als Herausforderung der Anwendung zeigt sich, dass Umfragen häufig aufgrund mangelnder Teilnahmebereitschaft oder abweichender Verteilung der demografischen Daten nicht repräsentativ sind. Eine Chance wird in einer Aufwandsentschädigung sowie einer gezielten Zusammenstellung von Umfrageteilnehmern gesehen. Zudem ist zu berücksichtigen, dass die Methode idealerweise von lokalen Planern angewandt werden sollte und diese i. d. R. einen besseren Zugang zu den Projektbeteiligten und Nutzern haben, wodurch bei Befragungen mit einer höheren Rücklaufquote zu rechnen ist. Der hohe zeitliche Aufwand sowie die Komplexität der Methode werden zwar als Schwächen des Ansatzes bezeichnet, sind jedoch vor dem Hintergrund, dass es sich um einen Prototyp handelt, zu tolerieren. Die Anwendung zeigte, dass die Methode flexibel und an unterschiedlichen Standorten anwendbar ist. Dennoch schränkten Sprachbarrieren sowie ein eingeschränkter Internetzugang an untersuchten Standorten die Anwendbarkeit im Rahmen der Testung ein. Auch diese Problematiken könnten sich erübrigen, wenn die Methode von lokalen Planern angewandt wird. Die Phasen der Priorisierung der baukulturellen Aspekte sowie die Phase der Ausprägungsbestimmung werden in den Evaluationen als sinnvoll und zielführend erachtet. Die Priorisierung ermöglicht eine Berücksichtigung der Gewichtung der kulturellen Aspekte. Dabei ist eine Priorisierung durch Nutzer von Relevanz, damit der nutzerzentrierte Ansatz verfolgt werden kann. Wie bereits in Kapitel 2 erwähnt, fokussiert sich die entwickelte Methode auf die Dimension der Baukultur als nutzerzentrierter Ansatz, da dieser nach aktuellem Stand des Wissens unberücksichtigt bleibt. Somit dient der Ansatz als Ergänzung zu den bereits vorhandenen, meist qualitativen Methoden die Kulturanpassung zu erfassen und zu bewerten, wie beispielsweise die Bewertung in Wettbewerben oder durch Gestaltungsgremien. Durch den Ansatz werden somit die Nutzerbedürfnisse hinsichtlich der Kulturanpassung stärker berücksichtigt. Mehrmals wurde in den Evaluationen kritisiert, dass der Nutzer über ein unzureichendes Wissen hinsichtlich der eigenen Bedürfnisse sowie der Umsetzbarkeit verfügt, um baukulturell relevante Aspekte zu benennen. Aus diesem Grund wird als sinnvoll erachtet, dass die Erfassung der baukulturellen Aspekte zuerst durch den Anwender vorgenommen wird, eine Person, welche über Fachwissen verfügt. Darauffolgend sollen die bereits erfassten Aspekte für den Nutzer übersetzt und anschließend vom Nutzer nochmals betrachtet werden. Hinsichtlich der Phase der Ausprägungsbestimmung zeigte die Anwendung, dass diese vom Anwender der Methode durchführbar ist.

Den Hauptdiskussionspunkt der Teilmethode stellt die Abgrenzung der baukulturellen Aspekte dar. In den Anwendungen erwies es sich als schwierig, die relevanten baukulturellen Aspekte an einem Standort zu erfassen. Das entwickelte Vorgehen anhand einer Checkliste erleichtert die Erfassung. Eine ergänzende Betrachtung der unterschiedlichen Gebäudebereiche (Fassade, Dach, ...) hinsichtlich möglicher baukultureller Kategorien (Gestaltung, Konstruktion, ...) könnte eine Erfassung zusätzlich erleichtern. Da jedoch die Identifikation baukulturell relevanter Aspekte keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben kann, kann von keiner eindeutigen Bewertung der Kulturperformanz gesprochen werden. Die Erkenntnisse zeigen, dass der ermittelte Wert als Einschätzung dienen kann.

Weiterhin zu diskutieren gilt, dass laut der Evaluation aus den Experteninterviews die neue Größe die Komplexität im Bauwesen erhöht, da bereits viele Aspekte im Bauprozess zu berücksichtigen sind. Zudem wird mehrfach die Verantwortlichkeit der Berücksichtigung der baukulturellen Aspekte dem Architekten zugesprochen. Insbesondere vor dem Hintergrund, dass das Bauwesen eine höhere Komplexität aufweist

und Architekten auch international tätig sind, soll die entwickelte Methode den Architekten unterstützen. Der Ansatz soll Architekten und Planern den Abwägungsprozess zwischen funktionalen, kulturellen, ökologischen und ökonomischen Aspekten erleichtern. Zudem ermöglicht die neue Methode eine Sensibilisierung der am Bau beteiligten Akteure hinsichtlich der Thematik der Kulturanpassung.

Eine weitere Problematik, welche vom Ansatz angesprochen wird, ist, dass sich heute häufig der Bauherr vom Nutzer des Gebäudes unterscheidet. Architekten und Planern kann somit oftmals die Perspektive des Nutzers nicht unmittelbar dargelegt werden. Das Bauen ist dabei meist ökonomisch geprägt. Um die Bedürfnisse der Nutzer wieder stärker zu vermitteln, wird ein nutzerzentrierter Ansatz analog zum Produktdesign als zielführend angesehen. Die Methode fördert die Etablierung des Ansatzes aus dem Produktdesign im Bauwesen.

Ein abschließender Diskussionspunkt zeigt sich in der Verwendung der Methode hinsichtlich des Gebäudetyps. In den Experteninterviews wurde mehrmals genannt, dass einige Gebäude baukulturell hochwertig einzustufen sind, da sie mit der gängigen Baukultur brechen. Als Beispiele wurde ausschließlich Kulturbauten wie der Pariser Eiffelturm oder das Olympiastadion in München genannt. Bauten wie Museen, Stadien und Konzerthallen werden häufig als Kunstobjekt verstanden und bilden deshalb eine Sonderform. Eine Betrachtung der Kulturanpassung im Sinne einer Alltagskultur wird bei diesen Bauten als nicht sinnvoll erachtet, da die Nutzung dieser Bauten i. d. R. keine alltägliche ist. Die Methode eignet sich demzufolge nur eingeschränkt für die Betrachtung dieser Sonderbauten. Wie die Testung der Methode in Kapitel 6 zeigt, eignet sich die Anwendung für Büro- und Wohnbauten. Ggfs. ist auch hier zu unterscheiden, inwieweit das Objekt sich als Teil der Alltagskultur oder als Kunstobjekt versteht. Eine grundsätzliche Debatte über Formen der Architektur ist jedoch nicht Bestandteil dieser Arbeit.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass die Methode einen ersten Schritt zur Quantifizierung und Bewertung der Kulturanpassung aus Sicht des Nutzers darstellt, jedoch auch Raum für Verbesserungen lässt. Inwieweit eine eindeutige Bewertung der Kulturanpassung umsetzbar ist, ist aufgrund der aufgeführten Gründe kritisch zu hinterfragen. Zu berücksichtigen ist, dass ein quantitativer Ansatz zur Darstellung von komplexen Sachverhalten immer eine Vereinfachung darstellt.

Der Ansatz zur Berücksichtigung der **Kontrollgrößen der Nachhaltigkeit** wurde in den Evaluationen insgesamt eher positiv bewertet. Herausforderungen bei der Ermittlung der sozialen Säule der Nachhaltigkeit zeigen sich analog zur Methode der Klimaperformanz hinsichtlich der Datengrundlage. Standorte, für welche keine Klimadaten zur Verfügung stehen, können nicht untersucht werden. Für ortstypische Baustoffe fehlen oftmals Informationen zu den bauphysikalischen Kenngrößen, sodass diese im Modell nicht abbildbar sind. Ebenso fehlen an manchen Standorten Daten für Nutzungsprofile sowie regionalspezifische Komfortbereiche der operativen Innenraumtemperaturen. Als Stärke zeigt sich, dass die Methode mit einem geringen Aufwand verbunden ist. Für die Bewertung der Ökologie und Ökonomie sind durch die Methode der Ökobilanzierung und Lebenszykluskostenanalyse bereits etablierte Methoden vorhanden. In einigen Ländern unterstützt geeignete Software die Umsetzung. Insbesondere im europäischen Raum ist eine ausreichende Datengrundlage vorhanden. Eine Herausforderung zeigt sich in der Datengrundlage im nicht europäischen Ausland, insbesondere in Ländern mit einem geringeren technischen Entwicklungsstand. Ökologische Kennzahlen sind hier kaum und ökonomische Kennzahlen meist nicht vorhanden. Die Anwendbarkeit der Methode reduziert sich somit auf Länder mit einer ausreichenden Datengrundlage.

Insgesamt zeigt sich, dass die Methode einen ersten Schritt zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit darstellt. Die Teilmethode der Kulturanpassung ist dabei in der Anwendbarkeit ausgereifter. Die Kulturperformanz ermöglicht eine Orientierung, Sensibilisierung sowie Etablierung des nutzerzentrierten Ansatzes. Zu berücksichtigen gilt, dass die Methode stark von der Datengrundlage abhängt und somit nur in Ländern mit ausreichender Datengrundlage anwendbar ist. Das gewünschte Forschungsziel konnte erreicht werden und lässt dabei Raum für Verbesserungen.

Tabelle 58 Stärken, Schwächen, Chancen und Herausforderungen des entwickelten Ansatzes

<p>Stärken</p> <p>Klimaperformanz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Notwendige Ressourcen (Tools und Daten) sind vorhanden • Geringer zeitlicher Aufwand • Nachvollziehbar • Liefert bereits erste Einschätzung <p>Kulturperformanz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Datengrundlage (Literatur, Experten, ...) meist vorhanden • Anpassungsfähig • Nachvollziehbar • Flexibel • Objektiv • Stellt einen ersten Schritt dar Kulturanpassung zu Quantifizieren und zu Bewerten <p>Soziales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Notwendige Ressourcen (Tools und Daten) sind vorhanden • Geringer zeitlicher Aufwand • Bewertung anhand von Norm-Werten umsetzbar <p>Ökologie und Ökonomie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Etablierte Methode vorhanden • Tools in einigen Ländern vorhanden • In einigen (vorrangig europäischen) Ländern ist die Datengrundlage vorhanden 	<p>Schwächen</p> <p>Klimaperformanz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ggfs. ungeeignete beschreibende Größe <p>Kulturperformanz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hoher (zeitlicher) Aufwand • Methode ist zu komplex • Zusammenbringen von Akteuren schwierig • Abgrenzung der baukulturellen Aspekte schwierig
<p>Chancen</p> <p>Klimaperformanz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einzelperformanzen in Mehrzonenmodell zeigen Schwächen auf • Ableiten von Methoden zur Steigerung der Behaglichkeit bei Reduktion der TGA <p>Kulturperformanz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenstellen von Umfrageteilnehmern wie in Marktforschung • Analyse von Immobilienangeboten <p>Ökologie und Ökonomie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Übertragung von Daten aus verschiedenen Ländern mit ähnlichen Randbedingungen durch Preis-anpassungsfaktor • Austausch mit Firmen vor Ort 	<p>Herausforderungen</p> <p>Klimaperformanz und Soziales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klimadaten • Daten für regional typische, im globalen Kontext unübliche Materialien • Daten zu Nutzungsprofilen • Daten zu Komfortbereich <p>Kulturperformanz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geeignete Literatur • Repräsentativität von Umfrageergebnissen • Vorhandensein und Bereitschaft von Experten • Spannungsfeld zwischen Dauer, Komplexität und Tiefe/Genauigkeit von Umfrageergebnissen • Internetzugang, Sprachbarriere • Subjektivität und Manipulation <p>Ökologie und Ökonomie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Datengrundlage für Ökologie • Datengrundlage für Ökonomie • Vergleichsdaten

8.2 Beitrag für Forschung und Industrie

Das klima- und kulturangepasste Bauen sowie das nachhaltige Bauen sind derzeit wichtige Themen in der Forschung und Bauwirtschaft. Das Ergebnis dieser Arbeit verknüpft die Bereiche und schließt Forschungslücken, um Fortschritte in Wissenschaft und Praxis zu ermöglichen. Der Beitrag dieser Arbeit besteht in einem ersten Schritt zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung unter Berücksichtigung nachhaltiger Aspekte. Zu Beginn dieses Kapitels werden die Beiträge der Arbeit für die Forschung erläutert. Anschließend erfolgt die Erläuterung der Beiträge für die Praxis.

Wie im Kapitel 2, dem Stand des Wissens, dargelegt, zeigt sich, dass es keine einheitliche Definition und Abgrenzung der Begriffe klima- und kulturangepasstes Bauen gibt. Ein Beitrag der Arbeit besteht darin, dass diese Forschungslücke geschlossen werden konnte. In Kapitel 2 wurde dazu eine einheitliche Definition des *klimaangepassten Bauens* auf Basis der vorhandenen Definitionen abgeleitet. Zudem wird das *klimaangepasste Bauen* vom *klimawandelangepassten*, *nachhaltigen* und *ökologischen Bauen* abgegrenzt, mit welchen es häufig gleichgesetzt wurde. Der Begriff des *kulturangepassten Bauens* war dem Stand des Wissens zu Folge kaum bekannt. Häufiger verwendet ist der Begriff *Baukultur*. Dieser ist ebenfalls weder eindeutig definiert noch systematisiert oder abgegrenzt. In dieser Arbeit erfolgte eine Systematisierung des kulturangepassten Bauens auf Basis der vorhandenen Literatur zur Baukultur. Unterschiedliche *Dimensionen* des kulturangepassten Bauens wurden dazu gebildet. Es zeigte sich, dass der Begriff des kulturangepassten Bauens schwer zu definieren ist, sodass dieser nicht definiert, sondern konkretisiert wurde.

Einen weiteren Beitrag zur Wissenschaft leistet die vorliegende Arbeit durch die Ermittlung eines Meinungsbildes zum klima- und kulturangepassten Bauen in der Praxis mittels einer Interviewstudie. Dabei konnte eine Betrachtung des klima- und kulturangepassten Bauens aus verschiedenen Perspektiven dargelegt werden, da Experten aus unterschiedlichen Fachbereichen in den Interviews befragt wurden.

Die Arbeit konnte zudem das Fehlen einer Quantifizierungs- und Bewertungsmethode des klima- und kulturangepassten Bauens in der Wissenschaft darlegen. Die Interviewstudie bestätigte den Bedarf in der Praxis. Auf Basis der Ermittlung des Stand des Wissens mithilfe einer Literaturrecherche sowie der Interviewstudie liefert die Arbeit die Anforderungen, welche an eine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode in diesem Kontext gestellt werden. Im kulturangepassten Bauen existieren bereits vereinzelt Methoden, um die Baukultur zu erfassen und zu bewerten. Jedoch fiel auf, dass keine Methode einen quantitativen Ansatz verfolgt und zudem die Dimension der Nutzerbedürfnisse bisher vernachlässigt wurde. Aus diesem Grund wurde ein nutzerzentrierter quantitativer Ansatz gewählt. Zudem zeigte sich, dass Bewertungsmethoden oftmals eindimensional angelegt sind und relevante Aspekte anderer Bereiche vernachlässigen. Die Notwendigkeit einer ganzheitlichen Bewertungsmethode wurde erkannt. Als relevant wurde dabei die Berücksichtigung nachhaltiger Aspekte angesehen.

Die vorliegende Arbeit liefert aufbauend auf den Erkenntnissen des Stand des Wissens und dem Bedarf der Praxis einen Prototyp einer Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit. Durch die Anwendung der Methode in Fallbeispielen konnte gezeigt werden, dass der Prototyp bereits einen Großteil der Kernfunktionen erfüllt. Die Evaluation

und die Anwendung zeigen die Stärken, Schwächen sowie Herausforderungen und Chancen des entwickelten Ansatzes. Erste Verbesserungsempfehlungen konnten abgeleitet werden. Zudem konnten weitere Forschungslücken insbesondere im Bereich der Datenerfassung für die Ökobilanzierung und Lebenszykluskostenanalyse identifiziert werden. Die Teilmethode zur Quantifizierung und Bewertung der Klimaanpassung ist bereits ausgereifter. Die Teilmethode der Kulturanpassung bedarf noch weiterer Überarbeitung. Dennoch ist auch in diesem Bereich ein erster Schritt in Richtung Quantifizierung und Bewertung der Kulturanpassung getan. Dabei wird ein nutzerzentrierter Ansatz berücksichtigt. Dadurch liefert die Arbeit einen weiteren Beitrag in der Forschung durch die Förderung der Etablierung eines nutzerzentrierten Ansatzes aus dem Produktdesign im Bauwesen.

Insgesamt zeigt die Arbeit, dass durch ein interdisziplinäres Vorgehen und das Zusammenführen von Methoden aus unterschiedlichen Disziplinen ein ganzheitlicher Ansatz entwickelt werden kann, welcher unterschiedliche Perspektiven berücksichtigt. Die Übertragbarkeit von Methoden aus anderen Fachbereichen in den ingenieurwissenschaftlichen Kontext des Bauwesens konnte beispielhaft veranschaulicht werden.

Ein weiterer Beitrag, welchen die Arbeit in der Wissenschaft leistet, ist die stärkere Zusammenführung der Themen klimaangepasstes und kulturangepasstes Bauen sowie Nachhaltigkeit.

Durch die Interviewstudie aus Kapitel 3 konnte das klima- und kulturangepasste Bauen in der Praxis kommuniziert werden. Den Vertretern der Praxis konnten unterschiedliche Perspektiven zur Thematik vermittelt werden. Der Austausch ermöglichte so eine Sensibilisierung der Beteiligten.

Das entwickelte Tool stellt einen Grundstein dar, um Architekten und Planern eine Möglichkeit zu geben, ihren Entwurf hinsichtlich der Klima- und Kulturanpassung einschätzen zu können. Eine Einschätzung bildet die Grundlage für eine Verbesserung, sodass der Ansatz Verbesserungen des Entwurfs ermöglicht. Durch die Berücksichtigung der Kontrollelemente der Nachhaltigkeit können unterschiedliche Varianten von Konzepten auf einer ganzheitlichen Ebene verglichen werden. Die Methode ermöglicht zudem das Identifizieren relevanter Stellschrauben im Konzept. Die Berechnung der Klimaperformanz unterschiedlicher Zonen zeigt auf, welche Zonen des Gebäudes ein hohes Verbesserungspotenzial aufweisen. Die Phase der Priorisierung in der Ermittlung der Kulturperformanz verdeutlicht, welche baukulturellen Aspekte einer intensiveren Betrachtung bedürfen.

Der entwickelte Ansatz eignet sich, um die Zertifizierungssysteme der Nachhaltigkeit zu erweitern: Durch die Quantifizierungs- und Bewertungsmethode kann die Klima- und Kulturanpassung künftig in Zertifizierungen besser berücksichtigt werden. Dies steigert analog zum nachhaltigen Bauen die Sensibilisierung für die Thematik des klima- und kulturangepassten Bauens.

Insgesamt verbessert die Methode die Berücksichtigung kultureller Aspekte in der Planung. Zudem wird die Entwicklung von Strategien zur Steigerung der Behaglichkeit bei gleichzeitiger Reduktion der technischen Gebäudeausrüstung gefördert. Der nutzerzentrierte Ansatz führt dazu, dass der Nutzer wieder stärker in den Vordergrund rutscht. Einen zusätzlichen Beitrag leistet die Arbeit dadurch, dass auch in der Praxis das klima- und kulturangepasste Bauen zusammengebracht wird.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass das Ziel des Ansatzes eine Förderung besserer Gebäudekonzepte hinsichtlich der Klima- und Kulturanpassung ist. Der Ansatz entwickelt kein Konzept in dem Sinne wie ein Architekt dies tut. Die entwickelte Methode kann lediglich als Unterstützung der Architekten dienen.

Nachfolgende Tabelle 59 gibt eine Übersicht des Beitrags der Arbeit für die Wissenschaft und Praxis.

Tabelle 59 Übersicht des Beitrags der Arbeit für die Wissenschaft und Praxis

Beitrag für die Wissenschaft	Beitrag für die Praxis
<ul style="list-style-type: none">• Definition des Begriffs klimaangepasstes Bauen• Abgrenzung des Begriffs klimaangepasstes Bauen vom klimawandelangepassten, nachhaltigen und ökologischen Bauen• Systematisierung und Konkretisierung des Begriffs kulturangepasstes Bauen• Ermittlung eines Meinungsbildes zum klima- und kulturangepassten Bauen in der Praxis• Zusammenführen von unterschiedlichen Perspektiven auf die Thematik• Aufzeigen des Fehlens einer Quantifizierungs- und Bewertungsmethode des klima- und kulturangepassten Bauens• Ermittlung der Anforderungen an eine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode• Entwicklung eines Prototyps einer Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit• Ermittlung des Verbesserungspotenzials• Beispielhafte Übertragbarkeit von Methoden anderer Fachbereiche• Zusammenführen von klimaangepassten, kulturangepassten und nachhaltigen Bauen	<ul style="list-style-type: none">• Sensibilisierung hinsichtlich der Thematik klima- und kulturangepasstes Bauen• Vermittlung unterschiedlicher Perspektiven• Grundstein einer Methode, um Entwurf einschätzen zu können• Ermöglicht einen Vergleich unterschiedlicher Varianten• Ermöglicht die Identifikation relevanter Stell-schrauben• Fördert die Berücksichtigung klimatischer und kultureller Einflüsse in der Planung• Unterstützt die Entwicklung von Strategien zur Steigerung der Behaglichkeit bei gleichzeitiger Reduktion der TGA• Verbindet klima- und kulturangepasstes Bauen

9 Zusammenfassung und Ausblick

Dieses letzte Kapitel schließt die Forschungsarbeit ab, in welcher eine Methode zu Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit entwickelt wurde. Abschnitt 9.1 fasst dazu die Motivation und Vorgehensweise sowie die Ergebnisse der Forschungsarbeit zusammen. Die Erkenntnisse zum entwickelten Ansatz werden übersichtlich dargelegt. Abschließend wird in Kapitel 9.2 ein Ausblick gegeben, welcher Erweiterungsmöglichkeiten der entwickelten Methode sowie mögliche Ansatzpunkte künftiger Forschung aufzeigt.

9.1 Zusammenfassung

Das Ziel der Arbeit war es, eine Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung unter Berücksichtigung nachhaltiger Aspekte zu entwickeln, um Architekten und Planer im Entwurf klima- und kulturangepasster Gebäude zu unterstützen. Eine Quantifizierung und Bewertung ermöglichen eine Einschätzung des Entwurfs und somit eine Basis für Verbesserungen.

Ausgangspunkt für die Entwicklung stellte eine **Sichtung der vorhandenen Literatur zum klima- und kulturangepassten Bauen** dar. Dabei fiel auf, dass der Begriff des *klimaangepassten Bauens* nicht einheitlich definiert war und zudem oftmals mit dem *klimawandelangepassten*, *nachhaltigen* und *ökologischen Bauen* sich überschneidet oder damit gleichgesetzt wurde. Der Begriff des *kulturangepassten Bauens* wurde in der Literatur kaum verwendet. Der gängigere Begriff *Baukultur* war ebenfalls weder definiert noch systematisiert. Somit erfolgt im Rahmen dieser Arbeit die Definition des Begriffs des *klimaangepassten Bauens* sowie die Abgrenzung zum *klimawandelangepassten*, *nachhaltigen* und *ökologischen Bauen*. Hinsichtlich des *kulturangepassten Bauens* zeigte sich, dass dieser Begriff schwer zu definieren ist. Aus diesem Grund erfolgten eine Abgrenzung, Systematisierung und Konkretisierung.

Mithilfe der Literaturrecherche konnte eine weitere Forschungslücke identifiziert werden, das Fehlen einer Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung. Es zeigte sich, dass im klimaangepassten Bauen Methoden für Klimaanalysen, Handlungsempfehlungen zum klimaangepassten Bauen und Optimierungswerkzeuge vorhanden sind. Eine Bewertung stellt eine notwendige Phase im Entwurfsprozess dar, um den Entwurf einschätzen und ggfs. anschließend verbessern zu können. Die Literaturrecherche zeigte jedoch, dass eine Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Klimaanpassung fehlt. Das kulturangepasste Bauen ist deutlich weniger erforscht als das klimaangepasste Bauen. Methoden zur Analyse relevanter baukultureller Einflüsse sowie Handlungsempfehlungen zum kulturangepassten Bauen existieren kaum. Bestehende Methoden zur Bewertung der Kulturanpassung sind vereinzelt vorhanden. Eine Methode zur Quantifizierung und Bewertung des kulturangepassten Bauens mit Fokus auf die kulturell bedingten Nutzerbedürfnisse fehlt jedoch. Es zeigt sich, dass es weder für die Klima- noch für die Kulturanpassung eine allgemeine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode gibt. Erste Anforderungen an die Methode konnten bereits mithilfe der Literaturrecherche abgeleitet werden.

Um den Bedarf einer solchen Methode in der Praxis zu prüfen und weitere Anforderungen an den Ansatz zu ermitteln, wurden im Rahmen der Arbeit **empirische Daten mittels einer Interviewstudie** mit Experten des klima- und/oder kulturangepassten Bauens aus verschiedenen Fachrichtungen erhoben. Die Studie bestätigte den Bedarf einer Quantifizierungs- und Bewertungsmethode und gab zudem ein allgemeines Meinungsbild zum klima- und kulturangepassten Bauen aus unterschiedlichen Perspektiven. Auch hier wurde deutlich, dass das klimaangepasste Bauen bekannter ist und konkreter wahrgenommen wird als das kulturangepasste. Zudem konnten Anforderungen an den zu entwickelnden Ansatz abgeleitet werden.

Auf Basis der Literaturrecherche sowie der Interviewstudie konnten die **Anforderungen und theoretischen Grundlagen** zur methodischen Unterstützung definiert werden. Da es sich bei der entwickelten Methode um einen Prototyp handelt, sollte der entwickelte Ansatz die Kernfunktionen aufweisen. Erweiterte Funktionen sind in einer Weiterentwicklung des Ansatzes zu integrieren. Basierend auf den Anforderungen hinsichtlich der Kernfunktionen wurde ein konzeptioneller Entwurf erarbeitet. Nach Recherche und Diskussion geeigneter Methoden wurde der konzeptionelle Entwurf ausgearbeitet. Der anschließend ausgearbeitete Entwurf bildete die Grundlage des entwickelten Ansatzes.

Die entwickelte **Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit** besteht aus dem Input der Methode zur Quantifizierung der Bewertungsindikatoren und der Methode zur Bewertung.

Das zu bewertende Gebäude dient in Form eines thermisch-energetischen Simulationsmodells sowie einer detaillierten Beschreibung der Ausführungsplanung als Input.

Im nächsten Schritt werden die Bewertungsindikatoren quantitativ ermittelt. Für die Klima- und Kulturanpassung wurden dazu zwei neue Größen geschaffen: Die *Klima-* und *Kulturperformanz* wurden eingeführt. Die Klimaperformanz (KLP) gibt die prozentuale jährliche Zeitdauer an, in der das Gebäude ohne Heizung, Lüftung und Klimaanlage ein angenehmes Innenraumklima ermöglicht. Zusätzlich ist mithilfe der Übertemperaturgradstunden zu berücksichtigen, wie stark das Innenraumklima vom erwünschten abweicht. Um die Klimaperformanz zu ermitteln, wird das Gebäude thermisch-energetisch simuliert. Anschließend erfolgt die zeitliche Auswertung der operativen Innenraumlufttemperaturen innerhalb der Nutzungszeit, welche sich im Komfortbereich befinden mithilfe des in Matlab (Version MathWorks R2020a) programmierten Berechnungsalgorithmus. Das Verhältnis der ermittelten Zeit zur gesamten Nutzungszeit entspricht der Klimaperformanz des Gebäudes. Die Kulturperformanz wird in vier Schritten ermittelt. Zu Beginn werden die am Standort relevanten baukulturellen Aspekte mithilfe einer Literaturrecherche, Ortsbegehung, Nutzerbefragung und/oder einer Interviewstudie mit Experten erfasst. Anschließend erfolgt die Priorisierung der Aspekte mithilfe des paarweisen Vergleichs. Dieser wird ebenfalls mithilfe von Nutzerbefragungen oder Interviews umgesetzt. Die Priorisierung ermöglicht eine Gewichtung der baukulturellen Aspekte. Anschließend wird das Gebäude hinsichtlich der identifizierten Aspekte untersucht (Ausprägungsbestimmung). Dieser Schritt kann vom Anwender der Methode durchgeführt werden. Mithilfe der Methode der gewichteten Punktbewertung wird abschließend die Kulturperformanz ermittelt. Um einen ganzheitlichen Ansatz zu verfolgen und sicher zu stellen, dass eine hohe Klima- und Kulturperformanz nicht zulasten der Nachhaltigkeit des Gebäudes geht, werden zusätzlich Kontrollelemente der Nachhaltigkeit bestimmt. Die

soziale Säule der Nachhaltigkeit wird durch Ermittlung der Behaglichkeit betrachtet. Dazu werden die Kenngrößen der Behaglichkeit im Rahmen der thermisch-energetischen Gebäudesimulation bestimmt. Die Ökologie des Gebäudes wird mithilfe einer Ökobilanzierung, die Ökonomie mithilfe einer Lebenszykluskostenanalyse betrachtet. Die Bewertung der Klima- und Kulturperformanz erfolgt aufgrund mangelnder statistisch erhobener Vergleichswerte auf Basis des Performanz-Ansatzes. Die soziale Säule der Nachhaltigkeit in Form der Behaglichkeit wird mithilfe normativer Werte beurteilt. Eine Bewertung der Ökologie und Ökonomie des Gebäudes erfolgt anhand von statistisch ermittelten Vergleichswerten. Auf ein Zusammenführen der Größen zu einer Gesamtgröße wurde aufgrund der Übersichtlichkeit verzichtet.

Eine **Anwendung des entwickelten Ansatzes** wurde an 13 Gebäudemodellen in neun Fallbeispielen untersucht. Um verschiedene Gebäudetypen sowie unterschiedliche klimatische Einflüsse zu betrachten, wurde die Methode an Büro- sowie Wohngebäuden an Standorten in allen Klimazonen nach Köppen und Geiger (1939) angewandt. Des Weiteren wurden durch Auswahl der Standorte mit unterschiedlichem HDI (UNDP, 2020), Orte mit unterschiedlicher menschlicher Entwicklung betrachtet. Die untersuchten Fallbeispiele basierten auf Studienarbeiten. Die Anwendung zeigte, dass die Klimaperformanz an den untersuchten Standorten ermittelt werden konnte. Teilweise fehlten Daten zu typischen Nutzungsprofilen sowie Regionen-spezifischen Komfortbereichen der Gebäudenutzer. Die Wahl des Komfortbereichs bestimmt maßgeblich das Ergebnis, wie eine Auswertung nach zwei unterschiedlichen Komfortstandards zeigen konnte. Zudem ließen sich einige regional typische, jedoch global unübliche Baustoffe aufgrund mangelnder Daten zu den bauphysikalischen Kenngrößen nicht abbilden. Eine Untersuchung der Kulturperformanz führte in den Fällen ebenfalls zu einem Ergebnis. Die Anwendung zeigte hierbei jedoch, dass die Methode der zufälligen Online-Umfrage sich aufgrund mangelnder Repräsentativität als ungeeignet erweist. Zum einen zeigte sich eine zu geringe Bereitschaft zur Teilnahme an einer Umfrage, zum anderen entsprach die Auswertung der demografischen Daten keiner repräsentativen. Des Weiteren zeigte die Anwendung der Methode zur Bestimmung der Kulturperformanz in der Phase der Erfassung der baukulturellen Aspekte, dass diese schwer abzugrenzen sind. Die Behaglichkeit und somit die soziale Säule der Nachhaltigkeit konnte in den Anwendungsfällen ermittelt werden. Hierbei zeigten sich dieselben Herausforderungen wie bei der Ermittlung der Klimaperformanz. Hinsichtlich der Untersuchung der Ökologie und Ökonomie des Gebäudes zeigte sich, dass eine Umsetzung der Ökobilanzierung sowie Lebenszykluskostenanalyse aufgrund der Datengrundlage vorrangig im europäischen Raum zu brauchbaren Ergebnissen führt.

Anschließend wurde die entwickelte Methode in drei **Evaluationen** bewertet. Die Evaluation 1 fand im Rahmen der Interviewstudie mit Experten statt. Mithilfe der Expertise der Befragten konnte die Anwendbarkeit und Nutzbarkeit bewertet werden. Zudem wurde der Erfolg der Methode eingeschätzt. In der Evaluation 2 beurteilten Anwender der Methode die Anwendbarkeit und Nutzbarkeit. Die Evaluation profitierte durch das Erfahrungswissen, welches in der Anwendung gewonnen werden konnte. Die dritte Evaluation fokussiert sich auf die Teilmethode der Kulturanpassung und basiert auf einem Vergleich mit Methoden mit ähnlicher Zielsetzung. Insgesamt wurde die entwickelte Methode eher positiv eingestuft. Neben den Stärken und Chancen des Ansatzes konnten in den Evaluationen Schwächen und Herausforderungen ermittelt werden. Es zeigte sich, dass die Anwendbarkeit des Ansatzes aufgrund der Datengrundlage stark

vom Standort abhängt. Teilweise sind für Standorte keine Klimadaten verfügbar. Zudem fehlen, wie bereits die Anwendung zeigte, häufig Nutzungsprofile sowie Angaben zum Komfortbereich. Eine unzureichende Datengrundlage ist insbesondere hinsichtlich der ökologischen und ökonomischen Kenngröße im außer-europäischen Ausland zu verzeichnen. Entsprechend der vergleichsweise geringen Forschung im Bereich des kulturangepassten Bauens zeigt sich dieser Methodenteil als jener mit dem höchsten Verbesserungspotenzial. Das Medium der freiwilligen Umfragen wurde auch in den Evaluationen als nicht zielführend bewertet. Insgesamt legte die Evaluation dar, dass die Zielsetzung eines ersten Schritts in Richtung einer Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung erreicht wurde. Auf Basis der Evaluationen konnten bereits erste Verbesserungsmaßnahmen identifiziert werden.

Zum Abschluss der Forschungsarbeit wurde der **Beitrag der Arbeit für die Forschung und Praxis** dargelegt. Aus Sicht der Forschung konnten durch die Arbeit die Begriffe des *klima-* sowie *kulturangepassten Bauens* definiert bzw. konkretisiert und abgegrenzt werden. Die Ermittlung eines allgemeinen Meinungsbildes zum klima- und kulturangepassten Bauen mithilfe der Befragung von Experten unterschiedlicher Fachbereiche ermöglichte eine ganzheitliche Betrachtung der Thematik. Des Weiteren konnte durch die Entwicklung eines Prototyps einer Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung ein erster Schritt zur Schließung dieser Forschungslücke gemacht werden. Für die Praxis konnte der Grundstein einer Methode gelegt werden, um die Klima- und Kulturanpassung des Entwurfs einschätzen zu können. Die Methode ermöglicht zudem die Identifikation relevanter Stellschrauben und fördert die Berücksichtigung klimatischer und kultureller Einflüsse in der Planung. Des Weiteren können durch die Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung diese Eigenschaften künftig besser in Zertifizierungssystemen berücksichtigt werden.

9.2 Ausblick

Im Ausblick dieser Arbeit wird auf mögliche Verbesserungen und Erweiterungen der Methode eingegangen. Zudem werden weitere Forschungsvorhaben dargelegt, welche in Bezug zur Arbeit stehen.

Die Forschungsarbeit lieferte einen Grundstein für eine Methode zur Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit, welcher Potenzial für **Verbesserungen** aufweist. Wie die Anwendung und Evaluationen zeigten, eignet sich die Methode der freiwilligen Umfrage zur Datenerhebung aufgrund der geringen Teilnahmebereitschaft sowie der mangelnden Repräsentativität der Auswertung der demografischen Daten nicht. Um hinsichtlich der demografischen Daten eine repräsentative Personengruppe zu erhalten, sollten die Befragten zuvor hinsichtlich der demografischen Daten ausgewählt werden. Die demografischen Daten sollten sich dabei nach dem Bauprojekt richten. Wird beispielsweise ein Studierendenwohnheim untersucht, sollte die Personengruppe hinsichtlich der demografischen Daten jener eines Studierendenwohnheims gleichen. Um die Teilnahmebereitschaft

zu erhöhen, sollte der Aufwand der Befragten entschädigt werden. Neben einer Vergütung konnte beispielsweise eine Priorisierung bei der Bewerbung auf eine Wohnung im untersuchten Objekt einen Anreiz darstellen.

Ein weiterer Aspekt, welcher zusätzlicher Forschung bedarf, ist die Abgrenzung der kulturell relevanten Aspekte. Insgesamt sollte die Bau- sowie Wohnkultur stärker erforscht werden.

Die Anwendung und Evaluation der Methode zeigte zudem, dass die Datengrundlage für die Ökobilanzierung und Lebenszykluskostenanalyse insbesondere im außereuropäischen Ausland unzureichend einzustufen ist. In der Datenerhebung sowie in der Entwicklung alternativer Möglichkeiten, die Ökologie und Ökonomie eines Bauprojektes im Ausland zu quantifizieren und zu bewerten, wird ein hohes Forschungspotenzial gesehen. Zudem wird in der Ökobilanzierung häufig die Lebensdauer der Baustoffe und Bauteile berücksichtigt, jedoch gibt es derzeit noch keine Daten für die Reparierbarkeit. Die Erforschung der Reparierbarkeit von Baustoffen und Bauteilen ist derzeit kaum vorhanden und sollte mit gesteigertem Interesse verfolgt werden.

Neben den fehlenden Daten zur Ökologie und Ökonomie zeigte sich bei der Ermittlung der Klimaperformanz, dass Daten hinsichtlich der Nutzerprofile und Komfortbereiche der Bewohner insbesondere im Ausland fehlen. Da das Nutzerverhalten einen großen Einfluss auf die Performanz eines Gebäudes hat, sollte dieses möglichst genau abgebildet werden. Es wird als sinnvoll erachtet, in weiteren Forschungsvorhaben Nutzerprofile für unterschiedliche Regionen statistisch zu ermitteln. Dabei gilt es Ferienzeiten und Feiertage zu berücksichtigen. Insgesamt gibt es zu wenig Daten zum durchschnittlichen Nutzerverhalten. Da die Klimaperformanz vom ausgewählten Komfortbereich abhängt, sollte dieser ebenfalls möglichst realistisch gewählt werden. Die Erforschung von Komfortbereichen der operativen Innenraumtemperatur weist ein hohes Potenzial auf. Dabei sollten durchschnittliche Komfortbereiche in Abhängigkeit des Außenklimas sowie des Nutzers ermittelt werden. Beispielsweise unterscheidet sich der Komfortbereich in einem Seniorenheim oder Kinderzimmer stark von einem Studierendenwohnheim. Inwieweit sich die Komfortbereiche der unterschiedlichen Länder unterscheiden, gilt es zu prüfen.

In der durchgeführten Interviewstudie konnte festgestellt werden, dass die Thematik der Baukultur bzw. des kulturangepassten Bauens mit einer hohen Emotionalität verbunden ist. Insgesamt zeigte sich, dass der Untersuchung weicher Faktoren aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht häufig mit Verärgerung und hoher Emotionalität entgegengetreten wurde. Eine ergebnisoffene Betrachtung war zum Teil nicht möglich. Teilweise konnten Daten nicht erhoben werden, da eine fachliche Diskussion durch emotionale Befindlichkeiten eingeschränkt wurde. Eine Untersuchung dieses Sachverhalts aus sozialwissenschaftlicher und psychologischer Sicht wird als notwendig erachtet.

Die in dieser Forschungsarbeit entwickelte Methode stellt einen Prototyp dar, welcher Kernfunktionen erfüllt. **Erweiterungen** der Funktionen werden im Rahmen einer Weiterentwicklung der Methode als sinnvoll angesehen. Die Interviewstudie formulierte eine mögliche erweiterte Funktion der Methode in der Anpassungsfähigkeit der Komplexität des Ansatzes an den Planungsstand. In frühen Planungsstadien sollte der Entwurf bereits mit geringem Aufwand zu bewerten sein. Mit Zunahme der Planungsdetaillierung sollte der Aufwand einer Bewertung steigen. Dies könnte umsetzbar sein, indem das zu simulierende Gebäudemodell anfangs stark vereinfacht abgebildet und simuliert wird. Die Kulturperformanz könnte auf

Basis von Literaturrecherchen und vereinfachten Befragungen durch den Anwender der Methode ermittelt werden. Diese Vereinfachungen würden vermutlich eine grobe Orientierung bieten. Dies gilt es jedoch in einer weiterführenden Arbeit zu prüfen.

Mögliche erweiterte Funktionen zeigen sich insbesondere hinsichtlich der Ermittlung der Klimaperformanz. Die Arbeit fokussierte die Anpassung des Gebäudes an das natürliche Klima. Eine erweiterte Funktion wird in der Untersuchung der Anpassung an anthropogene Klimaeinflüsse gesehen. Beispielsweise könnte durch eine gesonderte Simulation des visuellen und akustischen Komforts betrachtet werden, inwieweit das Objekt sich durch bauliche Maßnahmen vor anthropogenen Einflüssen schützt, wie der Verschattung durch Nachbarbebauung oder der Lärmbelastung durch Straßenverkehr.

Ein in der Arbeit häufig begegneter Kritikpunkt ist, dass die Methode die *Klimaanpassung*, nicht jedoch die *Klimawandelanpassung* betrachtet. Eine erweiterte Funktion könnte demzufolge die Bestimmung der Robustheit hinsichtlich des Klimawandels durch Bestimmung der *Klimawandelperformanz* darstellen. Dazu könnte die *Klimawandelperformanz* nach selbigem Vorgehen ermittelt werden, indem die Klimadaten durch prognostizierte Daten unterschiedlicher Szenarien ersetzt werden. Ein Vergleich der *Klimaperformanz* mit der *Klimawandelperformanz* bietet Aufschluss über die Robustheit des Gebäudes.

Des Weiteren könnten eine Quantifizierung und Bewertung der Klimaperformanz auf städtebaulicher Ebene umgesetzt werden. Beispielsweise wird anstelle des Gebäudes ein Quartier simuliert und hinsichtlich der Klimaanpassung untersucht. Neben der Betrachtung des Innenraumkomforts wird untersucht, wie der Komfort im öffentlichen Raum zu bewerten ist. Somit wird nicht nur die Anpassung an das Klima in Hinblick auf den Innenraum, sondern auch in Hinblick auf den Außenraum untersucht. Inwieweit bestehende Simulationsmodelle auf städtebaulicher Ebene sich dazu eignen, ist zu prüfen.

Ähnlich verhält es sich mit der Kulturperformanz: Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Kulturanpassung auf Gebäudeebene untersucht. Ebenfalls könnte diese auf städtebaulicher Ebene untersucht werden. Dies würde zudem den Aufwand reduzieren: Die kulturelle Bewertungsgrundlage kann im städteplanerischen Kontext entwickelt werden und als Grundlage für die einzelne Gebäudebewertung dienen. Somit sind die kulturell relevanten Aspekte nicht für jedes Gebäude individuell zu erarbeiten, sofern sich die Randbedingungen der Projekte gleichen (z. B. Wohngebäude, Mehrparteienhaus etc.)

Insgesamt wird in der Übertragung der Methode auf die Betrachtungsebene der Ensembles und Quartiere ein hohes Potenzial gesehen. Eine Weiterführung der Arbeit in diese Richtung könnte einen Beitrag zur Weiterentwicklung lebenswerter Städte weltweit leisten.

Literaturverzeichnis

- Adler, M. (2010). Mobilitätskonzepte im 21. Jahrhundert. In M. Braum (Ed.), *Wo verkehrt die Baukultur?* (pp. 136 S. :). Basel: Birkhäuser.
- Aktuelle Architektur der Oberpfalz: Beispiele aktueller Baukultur.* (2002). Regensburg: Mittelbayerischer Verlag.
- Albrecht, S., & Höppl, M. (2016). *München*. Petersberg: Michael Imhof Verlag.
- Ali, P., & Lichtenwald, D. (2021). *Bewertung eines bauphysikalischen Gebäudekonzeptes auf Basis der Klima- und Ressourcenanalyse von Havanna, Kuba*. Seminararbeit. Lehrstuhl für Bauphysik. Technische Universität München.
- Alley, R. B., Clark, P. U., Huybrechts, P., & Joughin, I. (2005). Ice-sheet and sea-level changes. *Science*, 310(5747), 456-460. doi:10.1126/science.1114613
- Alrashed, F., Asif, M., & Burek, S. (2017). The Role of Vernacular Construction Techniques and Materials for Developing Zero-Energy-Homes in Various Desert Climates. *Buildings*, 7.
- Amann, R., Birk, D., & Zimmer, J. (2020). *Entwicklung eines bauphysikalischen Gebäudekonzeptes auf Basis der Klima-, Kultur- und Ressourcenanalyse von Addis Abeba, Äthiopien*. Seminararbeit. Lehrstuhl für Bauphysik Technische Universität München.
- Amréus, L., Bouche-Florin, L.-E. m., De Francesco, G., Koch, U., Nagel, R., Rezac, V., . . . Müller, B. (2021). *Davos Qualitätssystem für Baukultur: Acht Kriterien für eine hohe Baukultur*. Bern, Schweiz. Abgerufen unter https://www.bundespublikationen.admin.ch/cshop_mimes_bbl/14/1402EC7524F81EDBAE908C9ADE0330F0.pdf
- Andric, I., Kamal, A., & Al-Ghamdi, S. G. (2020). Efficiency of green roofs and green walls as climate change mitigation measures in extremely hot and dry climate: Case study of Qatar. *Energy Reports*, 6, 2476-2489. doi:10.1016/j.egy.2020.09.006
- Angéilil, M. (2010). *Cities of change - Addis Ababa*. Basel [u.a.]: Birkhäuser.
- Ansi/Ashrae Standard 55-2020. (2020). Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. In: American Society of Heating, Refrigerating Air-Conditioning Engineers (ASHRAE).
- Araya, S.-M. (1974). *Die politische und soziale Entwicklung Äthiopiens vom Ende des Ersten Weltkriegs bis zur Restauration (1941)*. University of Michigan, Marburg.
- Archilyse AG. *Revolution der Immobilien-Preisbestimmung*. Zürich, Schweiz. Abgerufen unter https://www.archilyse.com/wp-content/uploads/2020/03/20200324_Use_Case_Portfolio_Asset_Management_Ger.pptx.pdf
- Aronin, J. E. (1953). *Climate and architecture*. New York, NY: Reinhold.
- ASHRAE. (2017). *2017 ASHRAE handbook*. Atlanta, Ga.: American Society of Heating, Refrigerating Air-Conditioning Engineers.
- Auer, T., & Franke, L. (2019). *Lowtech im Gebäudebereich: Robuste Architektur: Performance Gap*. Berlin, Deutschland. Abgerufen unter https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/zukunft-bauen-fp/2020/band-21-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=1
- Auer, T., Santucci, D., Knaack, U., Hildebrand, L., Ernst, M., Haas, M., & Frenzel, C. (2015). *Entwicklung von Strategien zur Implementierung des grauen Energieaufwands in den iterativen integrierten Entwurfsprozess von Gebäuden*. Abgerufen unter <https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-32312-01.pdf>
- Auswärtiges Amt. (2017). Kenia: Steckbrief. Abgerufen unter <https://www.auswaertiges-amt.de/de/aussenpolitik/laender/kenia-node/kenia/208042>
- Auswärtiges Amt. (2019). Äthiopien: Steckbrief. Abgerufen unter <https://www.auswaertiges-amt.de/de/aussenpolitik/laender/aethiopien-node/aethiopien/209502>
- Auswärtiges Amt. (2020a). Äthiopien: Reise- und Sicherheitshinweise. Abgerufen unter <https://www.auswaertiges-amt.de/de/aussenpolitik/laender/aethiopien-node/aethiopiensicherheit/209504>
- Auswärtiges Amt. (2020b). Ecuador: Steckbrief. Abgerufen unter <https://www.auswaertiges-amt.de/de/aussenpolitik/laender/ecuador-node/ecuador/223220>
- Auswärtiges Amt. (2020c). Kuba: Steckbrief. Abgerufen unter <https://www.auswaertiges-amt.de/de/aussenpolitik/laender/kuba-node/kuba/212206>
- Ayoub, R. (1959). *Controle thermique naturel des locaux dans les tropiques et les regions temperees et ensoleillees*. (Ph.D.). Sorbonne Paris, Revue techniques et architecture (1960). (H.2)

- Backstein im Kontext: Qualitätssicherung, energetische Modernisierung, Detail Quartier Stadtbild.* (2019). Hamburg, Deutschland.
- Baechler, M. C., Gilbride, T., Hefty, M., Williamson, J., Ruiz, K., & Bartlett, R. (2009). *Builders Challenge Guide to 40% Whole-House Energy Savings in the Hot-Dry and Mixed-Dry Climates*. Abgerufen unter <https://www.energy.gov/sites/default/files/2013/11/f5/18899.pdf>
- Bagheri, H. (1991). *Wohnungsbau in heiss-trockenen Gebieten des Iran am Beispiel der Stadt Yazd*.
- Bahadori, M. N. (1978). *Passive Cooling Systems in Iranian Architecture*: Scientific American, Inc.
- Baniassadi, A., & Sailor, D. J. (2018). Synergies and trade-offs between energy efficiency and resiliency to extreme heat – A case study. *Building and Environment*, 132, 263-272. doi:10.1016/j.buildenv.2018.01.037
- Bär, P. K.-D. (2008). *Architekturpsychologie - psychosoziale Aspekte des Wohnens*. Gießen: Psychosozial-Verl.
- Barber, D. A. (2020). *Modern architecture and climate*. Princeton ; Oxford: Princeton University Press.
- Baumeister, N. *Aktuelle Architektur Oberbayern: Beispiele aktueller Baukultur*. Amberg: Büro Wilhelm Verlag.
- Bayerische Bauordnung. (2021). Bayerische Bauordnung (Baybo). In. München, Deutschland: Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr.
- Bayerische Staatsregierung. (2020). Anbringung eines Kreuzes im Eingangsbereich eines Dienstgebäudes. In. München, Deutschland.
- Bayerisches Staatsministerium für Wohnen Bau und Verkehr. Baukultur in Bayern. Abgerufen unter <https://www.stmb.bayern.de/buw/bauthemen/baukultur/index.php>
- BBSR. (2018). Ökobilanzierungstool eLCA: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Referat II 6 Bauen und Umwelt. Abgerufen unter <https://www.bauteileditor.de/processes/>
- Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen Hamburg. (2018). Hamburgische Bauordnung (HBauO). In. Hamburg, Deutschland.
- Bekele, M., & Thomas, I. (2003). *Role of planted Forests and trees outside forests in sustainable forest management: Rublic of Ethiopia Country Case Study* Rome, Italy. Abgerufen unter <https://www.fao.org/3/J1552E/J1552E00.pdf>
- BENZ GmbH & Co. KG Baustoffe. (2016). *Regenwasser: Nutzung und Bewirtschaftung*. Neckarbischofsheim, Deutschland. Abgerufen unter <https://benz24.de/media/themen/ebook/regenwassernutzung-und-regenwasserbewirtschaftung/leitfaden-regenwasser-nutzung-und-bewirtschaftung.pdf>
- Berger, S., Meyr, P., & Wörle, C. (2021). *Bewertung eines bauphysikalischen Gebäudekonzeptes auf Basis der Klima- Kultur- und Ressourcenanalyse von Nairobi, Kenia*. Seminararbeit. Lehrstuhl für Bauphysik Technische Universität München.
- Bernstein, M. (2011). *München*. München: Süddeutsche Zeitung Edition.
- Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) Büro- und Verwaltungsgebäude BNB_BN 1.2.3.* (2015). Abgerufen unter https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/fileadmin/steckbriefe/verwaltungsgebäude/neubau/v_2015/BNB_BN2015_123.pdf
- Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB): Büro- und Verwaltungsgebäude.* (2015). Abgerufen unter https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/fileadmin/steckbriefe/verwaltungsgebäude/neubau/v_2015/BNB_BN2015_211.pdf
- Bianca, S. (1979). *Architektur und Lebensform im islamischen Stadtwesen*. Zürich: Verlag für Architektur Artemis.
- Bigalke, U., Armbruster, A., Lukas, F., Krieger, O., Schuch, C., & Kunde, J. (2016). *Dena-Gebäudereport: Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand*. Abgerufen unter https://www.dena.de/fileadmin/user_upload/8162_dena-Gebaeudereport.pdf
- BKI Baukosten 2020 Neubau.* (2020). Stuttgart: Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern.
- Blaumann, U., Eggert, N., & Utz-Preußing, J. (2022). Blau ist eine produktive Farbe. Abgerufen unter <https://inperspective.palmberg.de/atmosphaere/psychologische-kraft-von-farben-im-buero>
- Blessing, L. T. M., & Chakrabarti, A. (2009). *DRM, a Design Research Methodology*. London: Springer.
- Blohm, S. (2007). *Passivhaus Objektdokumentation NORONE: 1. Passivhaus (PHPP) in Norwegen, 1920 Sørumsand*. Kaltenkirchen, Deutschland. Abgerufen unter <https://docplayer.org/36366853-Passivhaus-objektdokumentation-%20norone-1-passivhaus-phpp-in-norwegen-1920-sorumsand.html>

- Blumberga, A., Vanaga, R., Antuzs, J., Freimanis, R., Bondars, E., & Treija, S. (2019). Is the High Quality a Monkey Wrench in the Global Climate Challenges? *Environmental and Climate Technologies*, 23(3), 230-244. doi:doi:10.2478/rtuct-2019-0092
- BMWi. (2015). *Energieeffizienzstrategie Gebäude: Wege zu einem nahezu klimaneutralen Gebäudebestand*. Berlin, Deutschland. Abgerufen unter <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienzstrategie-gebäude.html>
- BMWSB. (2020). *Ökobaudat*. Abgerufen unter: <https://www.oekobaudat.de>
- Bodach, S., Lang, W., & Hamhaber, J. (2014). Climate responsive building design strategies of vernacular architecture in Nepal. *Energy and Buildings*, 81, 227-242.
- Bogner, A., Littig, B., & Menz, W. (2014). *Interviews mit Experten*. Wiesbaden: Springer VS.
- Bollin, E., Fernandes, C., & Feldmann, T. (2008). *Energie optimiertes Bauen, Teilkonzept 3: Langzeitmonitoring des Naubauvorhabens Solar Info Center Freiburg Phase II, Monitoring/Betrieb: Abschlussbericht*. Abgerufen unter https://www.energiewendebauen.de/lw_resource/datapool/systemfiles/agent/ewbpublications/C56F16C274045FCDE0537E695E86050A/live/document/TIBKAT_599085282_1_.pdf
- Borong, L., Gang, T., Peng, W., Ling, S., Yingxin, Z., & Guangkui, Z. (2004). Study on the thermal performance of the Chinese traditional vernacular dwellings in Summer. *Energy and Buildings*, 36(1), 73-79. doi:[https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(03\)00090-2](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(03)00090-2)
- Boyce, P. R. (2014). *Human factors in lighting*. Boca Raton: CRC Press.
- Boyce, P. R. (2021). Light, lighting and human health. *Lighting Research and Technology*. doi:10.1177/14771535211010267
- Braum, M., & Baus, U. (2011). *Baukultur des Öffentlichen*. Berlin: de Gruyter.
- BREEAM UK. (2018). *BREEAM UK New Construction: Non-domestic Buildings (United Kingdom)*. Abgerufen unter <https://www.babergh.gov.uk/assets/Strategic-Planning/JLPExamination/CoreDocLibrary/C-InternationalNationalDocs/C20-BREEAM-Non-domestic-buildings-technical-manual-July-2019.pdf>
- Bremer Zentrum für Baukultur. (2012). *Baukultur!* Bremen: Bremer Zentrum für Baukultur.
- Bremer Zentrum für Baukultur. (2013). *Baukultur!* Bremen: Bremer Zentrum für Baukultur.
- Bremer Zentrum für Baukultur. (2014). *Baukultur!* Bremen: Bremer Zentrum für Baukultur.
- Bremer Zentrum für Baukultur. (2016). *Baukultur!* Bremen: Bremer Zentrum für Baukultur.
- Brinkhoff, T. (2022). Norway: Bergen City. Boroughs: The Population of the boroughs of Bergen. Abgerufen unter <https://www.citypopulation.de/en/norway/bergen/>
- Brown, G. Z. (1985). *Sun, wind, and light*. New York [u.a.]: Wiley.
- Buckalew, J., James, M., Scott, L., & Reed, P. (1998). *Water Resources Assessment of Ecuador*. Abgerufen unter <https://www.sam.usace.army.mil/Portals/46/docs/military/engineering/docs/WRA/Ecuador/Ecuador%20WRA%20English.pdf>
- Building Code of the Republic of Kenya. (2009). Building Code of the Republic of Kenya: Planning and Building Regulations. In. Nairobi.
- Bund Deutscher Architekten (BDA). (2019). *Das Haus der Erde: Positionen für eine klimagerechte Architektur in Stadt und Land*. Berlin, Germany.
- Bundesagentur für Arbeit. (2021). *Die Arbeitsmarktsituation von Frauen und Männern 2020*. Nürnberg, Deutschland. Abgerufen unter https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Statischer-Content/Statistiken/Themen-im-Fokus/Frauen-und-Maenner/generische-Publikationen/Frauen-Maenner-Arbeitsmarkt.pdf;jsessionid=CA8DA93EF95F9C7D24D2D1E012F90E77?__blob=publicationFile&v=12
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. (2021). Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR). In.
- Bundesinstitut für Bau- Stadt- und Raumforschung (BBSR). Internationale Bauausstellungen. Abgerufen unter <https://www.internationale-bauausstellungen.de/impresum/>
- Bundesministerium für Verkehr Bau und Stadtentwicklung. (2012). *Kommunale Kompetenz Baukultur: Werkzeugkasten der Qualitätssicherung*. Berlin, Deutschland: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung,
- Bundesministerium für Wohnen, S. u. B. Architektur-Biennalen. Abgerufen unter <https://www.bmwsb.bund.de/Webs/BMWSB/DE/themen/stadt-wohnen/stadtentwicklung/baukultur/biennalen/biennalen-node.html>

- Bundesministerium für Wohnen, S. u. B. Baukultur. Abgerufen unter <https://www.bmwsb.bund.de/Webs/BMWSB/DE/themen/stadt-wohnen/stadtentwicklung/baukultur/baukultur-node.html>
- Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (GEG), (2020).
- Bundesstiftung Baukultur. (2015). *Bau Kultur Bericht: Gebaute Lebensräume der Zukunft - Fokus Stadt*. Potsdam, Germany. Abgerufen unter https://www.bundesstiftung-baukultur.de/fileadmin/files/medien/78/downloads/bbk_aufgabe_4_0.pdf
- Burton, S. (2014). *Sustainable retrofitting of commercial buildings: Cool climates*.
- Bussmann, R. (2002). Vegetation Ecology and Regeneration of Tropical Mountain Forests. In (pp. 195-223).
- Cabeza-Lainez, J. M. (2013). Lighting features in Japanese traditional architecture. In *Lessons from Vernacular Architecture* (pp. 143-154).
- Capeluto, I. G., & Ochoa, C. E. (2014). Simulation-based method to determine climatic energy strategies of an adaptable building retrofit façade system. *Energy*, 76, 375-384. doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.08.028>
- Carlucci, S. (2013). *Thermal Comfort Assessment of Buildings* (Vol. 1).
- CASBEE. (2014). *CASBEE for Building: Technical Manual* Abgerufen unter [https://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/download/CASBEE-BD\(NC\)e_2014manual.pdf](https://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/download/CASBEE-BD(NC)e_2014manual.pdf)
- Central Intelligence Agency. (2022). Explore All Countries: Norway. *The World Factbook*. Abgerufen unter <https://www.cia.gov/the-world-factbook/countries/norway/#government>
- Chastas, P., Theodosiou, T., Bikas, D., & Kontoleon, K. (2017). Embodied Energy and Nearly Zero Energy Buildings: A Review in Residential Buildings. *Procedia Environmental Sciences*, 38, 554-561. doi:<https://doi.org/10.1016/j.proenv.2017.03.123>
- City of Phoenix Planning and Development Department. (2018). Phoenix building construction code: Amendment to 2018 International Energy Conservation Code (IECC). In *Table R406.4*.
- Coch, H. (1998). Chapter 4—Bioclimatism in vernacular architecture. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2(1), 67-87. doi:[https://doi.org/10.1016/S1364-0321\(98\)00012-4](https://doi.org/10.1016/S1364-0321(98)00012-4)
- Conklin, G. (1958). *The weather-conditioned house*. New York: Reinhold.
- CountryReports. (2020). Cuba Geography. *Country Reports*. Abgerufen unter <https://www.countryreports.org/country/Cuba/geography.htm>
- Cravezero. (2020). Cost Reduction and market Acceleration for viable nearly zero-Energy buildings (cravezero): Horizon 2020 European Union funding for research and innovation. Abgerufen unter <https://cravezero.eu/2020/07/31/about/>
- Cuadra, M. (1991). *Architektur in Lateinamerika: die Andenstaaten im 19. und 20. Jahrhundert; Geschichte, Theorie, Dokumente*. Darmstadt, Deutschland: Jürgen Häusser Verlag.
- Czechura, M. (2021). *Untersuchung der Berücksichtigung des klima- und kulturgerechten Bauens in Zertifizierungs- und Bewertungsmethoden für Gebäude*. Lehrstuhl für Bauphysik. Bachelorthesis. Technische Universität München.
- Dahl, T. (2010). *Climate and architecture*. Oxon: Routledge.
- Dangschat, J. S. (2014). Räumliche Daten. In J. Blasius & N. Baur (Eds.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (pp. 1 Online-Ressource (1126 S.)). Wiesbaden: Springer VS.
- De Freitas, C. R., & Grigorieva, E. A. (2015). A comprehensive catalogue and classification of human thermal climate indices. *International Journal of Biometeorology*, 59. doi:10.1007/s00484-014-0819-3
- De Freitas, C. R., & Grigorieva, E. A. (2017). A comparison and appraisal of a comprehensive range of human thermal climate indices. *International Journal of Biometeorology*, 61(3), 487-512. doi:10.1007/s00484-016-1228-6
- Delitz, H. (2009). *Architektur als Medium des Sozialen. Zur soziologischen Theorie des gebauten Raumes*. TU Dresden, Dresden, Deutschland.
- Delitz, H. (2019a). Architektur aus kultursoziologischer Perspektive. In S. Moebius, F. Nungesser, & K. Scherke (Eds.), *Handbuch Kultursoziologie, Band 2: Theorien – Methoden – Felder* (pp. 1 Online-Ressource (XV, 668 Seiten)). Wiesbaden: Springer VS.
- Delitz, H. (2019b). Die Architektur der Gesellschaft. In C. Illies (Ed.), *Bauen mit Sinn* (pp. 1 Online-Ressource (x, 379 Seiten)). Wiesbaden: Springer VS.
- Dena. (2014). *Länderprofil Äthiopien*. Abgerufen unter https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/3110_Laenderprofil_AEthiopien_REG.pdf
- Destatis. (2019). *Äthiopien: Statistisches Länderprofil*. Abgerufen unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Internationales/Laenderprofile/aethiopien.pdf?__blob=publicationFile

- Destatis. (2020). *Norwegen. Statistisches Länderprofil*. Abgerufen unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Internationales/Laenderprofile/norwegen.pdf?__blob=publicationFile
- Destatis. (2021a). *Ecuador: Statistisches Länderprofil*. Abgerufen unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Internationales/Laenderprofile/ecuador.pdf?__blob=publicationFile
- Destatis. (2021b). *Preisindizes für die Bauwirtschaft*. Abgerufen unter https://www.bauindustrie-mitte.de/fileadmin/user_upload/Zahlen_und_Fakten/Preisindizes_fuer_die_Bauwirtschaft/Preisindizes_fuer_die_Bauwirtschaft_Mai_2021.pdf
- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. (2020). Äthiopien. Abgerufen unter <https://www.giz.de/de/html/impressum.html>
- Deutscher Bundestag. (2017). *Sachstand - Primärenergiefaktoren*. Abgerufen unter <https://www.bundestag.de/resource/blob/487664/1a1c2135f782ff50b84eb3e7e0c85ef3/wd-5-103-16-pdf-data.pdf>
- Deutscher Wetterdienst. (2017). *Ortsgenaue Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere und extreme Witterungsverhältnisse*. Offenbach, Deutschland.
- DGNB e.V. DGNB Diamant: Auszeichnung für gestalterische und baukulturelle Qualität. Abgerufen unter <https://www.dgnb-system.de/de/zertifizierung/dgnb-diamant/>
- DGNB e.V. (2018a). *DGNB System: Kriterienkatalog Gebäude Neubau*.
- DGNB e.V. (2018b). *ECO1.1: Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus*. Abgerufen unter https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-system/de/gebaeude/neubau/kriterien/03_ECO1.1_Gebaeudebezogene-Kosten-im-Lebenszyklus.pdf
- DGNB e.V. (2020). *ECO1.1 Life cycle cost*. Abgerufen unter https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-system/en/buildings/new-construction/criteria/03_ECO1.1_Life-cycle-cost.pdf
- DGUV. (2005). *BGR 121/DGUV Regel 109-002: Arbeitsplatzlüftung: Lufttechnische Maßnahmen Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (GBR)*. Abgerufen unter https://www.umwelt-online.de/recht/arbeits/uvv/bgr/121_ges.htm
- DGUV. (2016). *Bürraumplanung: Hilfen für das systematische Planen und Gestalten von Büros*. Berlin, Deutschland. Abgerufen unter <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/224>
- Dili, A. S., Naseer, M. A., & Varghese, T. Z. (2010). Passive environment control system of Kerala vernacular residential architecture for a comfortable indoor environment: A qualitative and quantitative analyses. *Energy and Buildings*, 42(6), 917-927. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.01.002>
- Dili, A. S., Naseer, M. A., & Zacharia Varghese, T. (2011). Passive control methods for a comfortable indoor environment: Comparative investigation of traditional and modern architecture of Kerala in summer. *Energy and Buildings*, 43(2), 653-664. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.11.006>
- DIN 276. (2018). *Kosten im Bauwesen*. In. Berlin, Deutschland: Beuth Verlag GmbH.
- DIN 277. (2021). *Grundflächen und Rauminhalte im Hochbau*. In. Berlin, Deutschland: Beuth Verlag GmbH.
- DIN 4108-2:2013-02. *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz*. In. Berlin, Deutschland: Beuth Verlag GmbH.
- DIN 5034-1:2021-08. *Tageslicht in Innenräumen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen*. In. Berlin, Deutschland: Beuth Verlag GmbH.
- DIN 18960. (2020). *Nutzungskosten im Hochbau*. In. Berlin, Deutschland: Beuth Verlag GmbH.
- DIN EN 12464-1. (2021). *Licht und Beleuchtung: Beleuchtung von Arbeitsstätten. In Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen; Deutsche Fassung EN 12464-1:2021*. Berlin, Deutschland: Beuth Verlag GmbH.
- DIN EN 15251:2012-12. *Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik*. In (Vol. DIN EN 15251). Berlin, Deutschland: Beuth Verlag GmbH.
- DIN EN 15804:2020-03. *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte*. In. Berlin, Deutschland: Beuth Verlag GmbH.
- DIN EN 15978. (2012). *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Bewertung der umweltbezogenen Qualität von Gebäuden – Berechnungsmethode; Deutsche Fassung EN 15978:2011*. In. Berlin, Deutschland: Beuth Verlag GmbH.
- DIN EN 16798. (2021). *Energetische Bewertung von Gebäuden – Lüftung von Gebäuden*. In. Berlin, Deutschland: Beuth Verlag GmbH.
- DIN EN 16798-1. (2022). *Energetische Bewertung von Gebäuden - Lüftung von Gebäuden - Teil 1: Eingangsparameter für das Innenraumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz*

- von Gebäuden bezüglich Raumlufthqualität, Temperatur, Licht und Akustik - Modul M1-6; Deutsche Fassung EN 16798-1:2019. In. Berlin, Deutschland: Beuth Verlag GmbH.
- DIN EN ISO 3166-1. (2020). Codes für die Namen von Ländern und deren Untereinheiten – Teil 1: Codes für Ländernamen (ISO 3166-1:2020); Englische Fassung EN ISO 3166-1:2020. In. Berlin, Deutschland: Beuth Verlag GmbH.
- DIN EN ISO 7730. (2006). Ergonomie der thermischen Umgebung: Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit (ISO 7730:2005). In. Berlin, Deutschland: Beuth Verlag GmbH.
- DIN EN ISO 14040. (2021). Umweltmanagement: Ökobilanz: Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006 + Amd 1:2020). In. Berlin, Deutschland: Beuth Verlag GmbH.
- DIN V 4108-6. (2003). Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs. In. Berlin, Deutschland: Beuth Verlag
- Duden Online. (2021, 13.07.2022). Die Kultur. Abgerufen unter <https://www.duden.de/rechtschreibung/Kultur>
- Duffy, J. F., & Wright Jr, K. P. (2005). Entrainment of the human circadian system by light. *Journal of Biological Rhythms*, 20(4), 326-338. doi:10.1177/0748730405277983
- Durth, W., & Sigel, P. (2009). *Baukultur*. Berlin: Jovis.
- Eberle, D., Aicher, F., & Eberle, B. (2016). *be 2226*. Basel: Birkhäuser.
- Ebert, T., Eßig, N., & Hauser, G. (2010). *Zertifizierungssysteme für Gebäude*. München: Institut für internationale Architektur-Dokumentation.
- Ecoinvent. (2021). *Ecoinvent Database*. Abgerufen unter: <https://ecoinvent.org>
- Eichler, R. W. (1999). *Baukultur gegen Formzerstörung*. Tübingen: Grabert.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case Study Research. *The Academy of Management Review*, 14(4), 532-550. doi:10.2307/258557
- Epinatjeff, P., & Weidlich, B. (1986). *Rationelle Energieverwendung im Hochbau*. Berlin u.a.: Springer u.a.
- EQUA Simulation AB. (2013). *Handbuch IDA ICE*.
- Espinosa, J., Moreno, J., & Bernal, G. (2017). *The Soils of Ecuador*. Cham: Springer International Publishing AG.
- Ethiopian Building Code Standard. (2013). Ethiopian Building Code Standard: Plumbing services of buildings. In. Äthiopien: Ministry of Urban Development and Construction Addis Ababa,.
- Europäische Kommission. (2019). Gebäude und Renovierung - Der europäische Grüne Deal [Press release]. Retrieved from https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/fs_19_6725
- Europäische Kulturminister. (2018). *Deklaration von Davos: Eine hohe Baukultur für Europa*. Davos, Switzerland
- European Conference for Architectural Policies, Vienna 2018*. (2019).Wien, Österreich.
- Eurostat. (2021). Strompreise nach Art des Benutzers. Abgerufen unter <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ten00117/default/table?lang=de>
- Eyuece, A. (2007). Learning From the Vernacular: Sustainable Planning and Design. *Open House International*, 32, 9-22. doi:10.1108/OHI-04-2007-B0002
- Fachbetrieb für Lehm- und Zieglerbau Heinrich Neuhaus. Eigenschaften von Lehm als Baustoff. Abgerufen unter <https://www.lehmbau-neuhaus.de/über-lehm/>
- Faist, S. (2000). *Die historische Stadtentwicklung und die gegenwärtige städtebauliche Problematik Havannas*. Berlin, Deutschland.
- Fanger, P. O. (1970). *Thermal comfort*. Copenhagen: Danish Technical Pr.
- Fanger, P. O. (1988). Olf and decipol: New units for perceived air quality. *Building Services Engineering Research & Technology*, 9(4), 155-157. doi:10.1177/014362448800900402
- Fanger, P. O., & Toftum, J. (2002). Extension of the PMV model to non-air-conditioned buildings in warm climates. *Energy and Buildings*, 34(6), 533-536. doi:10.1016/S0378-7788(02)00003-8
- Feist, W. (1992). *Passivhäuser in Mitteleuropa*.
- Flade, A. (2008). *Architektur - psychologisch betrachtet*. Bern: Huber.
- Foißner, P. (2014). Stadtentwicklung in Norwegen. *Standort*, 38, S.25-30. doi:DOI: 10.1007/s00548-014-0308-2
- Foruzanmehr, A. (2018). *Thermal comfort in hot dry climates*. London: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Foruzanmehr, A., & Vellinga, M. (2011). Vernacular architecture: Questions of comfort and practicability. *Building Research and Information*, 39(3), 274-285. doi:10.1080/09613218.2011.562368
- Franze, M. (2021). *Vergleich der Ökonomie klimaangepasster und klimaunangepasster Bauweisen*

- Fritz, M., & Bohnenberger, K. (2020). Sozialpolitik for Future: Wie nachhaltige Sozialpolitik Klimagerechtigkeit schafft. *Forschungsjournal Soziale Bewegung*, 33(1), 269 - 281. doi:10.1515/fjsb-2020-0022
- Ganem, C., Esteves, A., & Coch, H. (2006). *Traditional climate-adapted typologies as a base for a new contemporary architectural approach*. Paper presented at the PLEA2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, Genua, Schweiz.
- Geiger, W., Gertis, K., Schäfer, U., & Valko, P. (1977). Klimagerechtes Bauen: Interdisziplinäre Zusammenarbeit am konkreten Beispiel. *Bautechnik*, 54.
- Geoportal Bayern. (2020). BayernAtlas. Abgerufen unter <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/?lang=de&topic=ba&bgLayer=atkis&catalogNodes=11,122&E=721667.42&N=5294381.78&zoom=6.069999999999992>
- Georg, W., Paul, A., Eckenweber, A., Kluge, F., Geiss, S., Hamel, M., . . . Tobias, H. (2018). *Baukultur konkret*. Bonn, Deutschland.
- Gertis, K. (1977). Klimagerechtes Bauen als Kosten-Nutzen-Problem. In E. Bubner (Ed.), *Minimalkonstruktionen* (pp. 327 S.). Köln-Braunsfeld: Müller.
- Gertis, K. (1983). Klimagerechte Gebäudeplanung. *Schriftenreihe des BMBau*, 04.080, 93-107.
- Gester, H., Hanssen Marquez, H., & Loloio, A. (2021). *Bewertung eines bauphysikalischen Gebäudekonzeptes auf Basis der Klima-, Kultur- und Ressourcenanalyse von Quito, Ecuador*. Seminararbeit. Lehrstuhl für Bauphysik. Technische Universität München.
- Ghods, H. (2012). *Vernacular Architecture: Solution to a more sustainable future*.
- GHS Gesellschaft für Hafen und Standortentwicklung bmH. (2002). *HafenCity Hamburg: Städtebau, Freiraum und Architektur*. Hamburg, Deutschland.
- Gisler, J. (1993). Die private Gegenwart - Homogenisierung und soziale Differenzierung der Wohnstile in der Nachkriegszeit. In B. Emmenegger (Ed.), *Baukultur, Wohnkultur, Ökologie* (pp. VII, 287 S. :). Zürich u.a.: Verl. der Fachvereine u.a.
- Givoni, B. (1981). *Man, climate and architecture*. London: Applied Science Publ.
- Givoni, B. (1992). Comfort, climate analysis and building design guidelines. *Energy and Buildings*, 18(1), 11-23. doi:[https://doi.org/10.1016/0378-7788\(92\)90047-K](https://doi.org/10.1016/0378-7788(92)90047-K)
- Gläser, J., & Laudel, G. (2010). *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse*. Wiesbaden: VS, Verlag für Sozialwissenschaften.
- Glüsing, J. (2020). Kuba reformiert die Revolution. Abgerufen unter <https://www.spiegel.de/ausland/kuba-wirtschaftskrise-zwingt-raul-castro-zu-dramatischer-waehrungsreform-a-9ba3ff8c-6949-4b8d-b6c4-567f24f275af>
- Graf, A. (2000). *Das Passivhaus - Wohnen ohne Heizung*. München: Callwey.
- Geogry, K. (Ecuador). 2019. Abgerufen unter <https://www.britannica.com/place/Ecuador#ref25839>
- Grynning, S., Time, B., & Matusiak, B. (2014). Solar shading control strategies in cold climates – Heating, cooling demand and daylight availability in office spaces. *Solar Energy*, 107, 182-194. doi:<https://doi.org/10.1016/j.solener.2014.06.007>
- Gunaratne, K. L. D. (1985). *Integration of traditional (Kandyan) domestic architecture in modern domestic architecture of Sri Lanka with particular reference to climate*.
- Haas, M., & Mayer, L. (2020). Alnatura Campus – Neubau der Alnatura Arbeitswelt.
- Habimana, G. (1987). *Das Rundhaus und die Kultur in Ostafrika*.
- Hafencity. (2021). Willkommen in der HafenCity. Abgerufen unter <https://www.hafencity.com/>
- Handayani Lubis, I., Donny Koerniawan, M., & Budiarto, R. (2018). *The Application of Traditional Architecture as Passive Design Strategies for Modern Architecture in Hot Dry Climate*. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.
- Hardiman, G. (1992). *Untersuchung natürlicher Lüftungssysteme zur Verbesserung des Raumklimas von kostengünstigen Wohnhäusern auf Java/Indonesien*.
- Hartlmaier, P. (1953). *Amba Ras*. München: Bruckmann.
- Hassan, S. A. (2020). *The effect of residential building facade design on energy consumption for hot desert climate*. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.
- Hausladen, G., Liedl, P., & Saldanha, M. d. (2012). *Klimagerecht Bauen*. Basel: Birkhäuser.
- Hausladen, G., Saldanha, M. d., & Liedl, P. (2003). *Climadesign*. München: Technische Universität München, Lehrstuhl für Bauklimatik und Haustechnik.
- Heckle, A. (2009). EDV-Werkzeug zum Gebäuderückbau: Kostenermittlung für Rückbau- und Abbrucharbeiten Ermittlung von Separations- und Entsorgungskosten schadstoffhaltiger Materialien und Bauteilen. Biberach, Germany: Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH., Abgerufen unter https://www.refina-info.de/projekte/pdf/KMU_Tool_090810_gesch.xls
- Heidrich, C. (2020). *Frauen erneuern Havanna*. Heidelberg ; Berlin: Kehrler.

- Heitele, B., & Zillich, C. (2010). Wo verkehrt die Baukultur? Ansprüche an städtische Verkehrsräume. In M. Braum (Ed.), *Wo verkehrt die Baukultur?* (pp. 136 S. :). Basel: Birkhäuser.
- Helas, V., Kühn, C., & Rothbauer, B. *Denkmaltopographie Bundesrepublik Deutschland*. Dresden [u.a.]: Verl. der Kunst.
- Helfritz, H. (1982). *Südamerika*. Köln: DuMont.
- Herbst, F. (2012). *Cuba - Handbuch für individuelles Entdecken*. Bielefeld, Deutschland: Reise Know-How Verlag.
- Hillmann, G., Nagel, J., & Schreck, H. (1983). *Klimagerechte und energiesparende Architektur*. Karlsruhe: Müller.
- Hindrichs, D. U., & Berthold, S. (2007). *Plus minus 20°/40° latitude*. Stuttgart ; London: Ed. Menges.
- Hingeschaut: Baukultur in München*. (2019). München: Landeshauptstadt München, Referat für Stadtplanung und Bauordnung.
- Hinterhuber, H. H., & Matzler, K. (2002). *Kundenorientierte Unternehmensführung*. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Hisour. (2020). Architektur von Havanna. Abgerufen unter <https://www.hisour.com/de/architecture-of-havana-31072/>
- Hoiberg, C. (2017). The Midnight Sun in Norway. *Norway Travel Guide*. Abgerufen unter <https://norwaytravelguide.no/norwegian-nature/midnight-sun-norway>
- Holm, L. (2021). *Strompreise: Was Strom in Europa kostet. Aktueller Stand [März 2021]: Entwicklung der Strompreise im Europa-Vergleich in den vergangenen 10 Jahren für Haushaltskunden*. Abgerufen unter <https://strom-report.de/strompreise-europa/>
- Hölzing, J. A. (2008). *Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung*. Wiesbaden: Gabler.
- Homify. (2021). Durchdachtes Bürokonzept für mittelständische Unternehmen. Abgerufen unter <https://www.homify.de/projekte/580815/durchdachtes-buerokonzept-fuer-mittelstaendische-unternehmen>
- Humphreys, M., & Nicol, J. (2002). The validity of ISO-PMV for predicting comfort votes in every-day thermal environments. *Energy an Buildings*, 34, 667 - 684.
- Hyndman, B. (2020). Chapter 91 - Heating, ventilation, and air conditioning. In E. Iadanza (Ed.), *Clinical Engineering Handbook (Second Edition)* (pp. 662-666): Academic Press.
- ICC. (2018). 2018 International Green Construction Code (IgCC). In: International Code Council (ICC), ASHREA.
- Institut Wohnen und Umwelt (IWU). (2019). *Vergleichswerte für den Energieverbrauch von Nichtwohngebäuden*. Bonn, Deutschland. Abgerufen unter https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2019/bbsr-online-20-2019-dl.pdf;jsessionid=FC1915B1F8E1D49EC2999BEC515488FD.live21323?__blob=publicationFile&v=1
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- International Code Consul (ICC). (2014). ANSI/RESNET/ICC 301-2014: Standard for the Calculation and Labeling of the Energy Performance of Low-Rise Residential Buildings using an Energy Rating Index. In.
- International Code Consul (ICC). (2018a). 2018 International Energy Conservation Code (IECC). In.
- International Code Consul (ICC). (2018b). International Residential Code (IRC). In.
- IPCC. (2014a). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Abgerufen unter https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_full.pdf
- IPCC. (2014b). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva Switzerland.
- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change - Working Group III Contribution to the IPCC Sixth Assessment Report (AR6)*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Abgerufen unter https://report.ipcc.ch/ar6wg3/pdf/IPCC_AR6_WGIII_FinalDraft_FullReport.pdf
- Iportale GmbH. Ecuador. Abgerufen unter <https://www.laender-lexikon.de/Ecuador>
- Joerges, B. (1977). *Gebaute Umwelt und Verhalten*. Baden-Baden: Nomos.
- Jonassen, M., Ólafsson, H., Valved, A., Reuder, J., & Olseth, J. (2013). Simulations of the Bergen orographic wind shelter. *Tellus*, 65. doi:10.3402/tellusa.v65i0.19206

- Josef Löcken GmbH & Co, B. (2021). Dekorative Verzierungen an Fassaden. Abgerufen unter https://www.loecken.de/bauen/fassade_haus/klinker-verblender-verzierung
- Kadr, S. G. (2010). *Klimatische Optimierung von verdichteten Wohnhäusern in Irakisch-Kurdistan*. Berlin: Univ.-Verl. der TU Berlin.
- Kaiser, R. (2014). *Qualitative Experteninterviews*. Wiesbaden: Springer VS.
- Kaland, T. (2016). Historisk Strykeprove. Abgerufen unter <https://www.bergenhordalandturlag.no/artikler/nyheter/5033-historisk-styrkeprve/>
- Kaltenbrunner, R., & Willinger, S. (2009). Fassbares und Unsichtbares: Baukultur: die Gestaltung der Stadt als gesellschaftliche Aufgabe. *Informationen zur Raumentwicklung*, 3, 273-281.
- Kapfinger, O., Sauer, M., & Rauch, M. (2015). *Gebaute Erde*. München: Detail - Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co.KG.
- Kaushik, P. (2010). The Grass Roofs of Norway. Abgerufen unter <https://www.amusingplanet.com/2010/09/grass-roofs-of-norway.html>
- Keller, B. (1997). *Klimagerechtes Bauen*. Stuttgart: Teubner.
- Kéré, D. F. (2012). School in Gando, Burkina Faso. *Architectural Design*, 82(6), 66-71. doi:10.1002/ad.1496
- Kilic, D., Lazic, S., & Witzinger, A. (2021). *Entwicklung eines bauphysikalischen Gebäudekonzeptes auf Basis der Klima-, Kultur- und Ressourcenanalyse von Bergen, Norwegen*. Seminararbeit. Lehrstuhl für Bauphysik. Technische Universität München.
- Kirkwood, J. R. (2021). *An Introduction to Analysis*. Milton: CRC Press LLC.
- Kloth, P. (2020). Kokosfaser - Dämmung mit einem weit gereisten Naturstoff. Abgerufen unter <https://www.energieheld.de/daemmung/daemmstoffe/kokosfaser>
- Koenigsberger, O. H., Ingersoll, T. G., Mayhew, A., & Szokolay, S. V. (1973). *Manual of tropical housing and building*. London u.a.: Longman Group Limited.
- Köhler, S. (2020). Energieeffizienz. Abgerufen unter <https://norwegen.ahk.de/kernbereiche/energieeffizienz>
- Koll-Schretzenmayr, M. (2017). Baukultur. *DISP*, 53(4), 2-3. doi:10.1080/02513625.2017.1414464
- Koller, B. (1993). Homogenisierung der Gesellschaft über die wissenschaftliche Vereinnahmung der Wohnkultur. In B. Emmenegger (Ed.), *Baukultur, Wohnkultur, Ökologie* (pp. VII, 287 S. :). Zürich u.a.: Verl. der Fachvereine u.a.
- König, H. (2009). *Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung*. [München]: [Institut für intern. Architektur-Dok.].
- Köppen, W. (1923). *Die Klimate der Erde*. Berlin: de Gruyter.
- Köppen, W., & Geiger, R. (1939). *Handbuch der Klimatologie in fünf Bänden*. Berlin, Deutschland: Verlag Gebrüder Borntraeger.
- Koranteng, C., Simons, B., & Essel, C. (2019). Climate responsive buildings: a comfort assessment of buildings on KNUST campus, Kumasi. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 17, 862-877. doi:10.1108/JEDT-03-2019-0054
- Kosir, M. (2019). *Climate Adaptability of Buildings: Bioclimatic Design in the Light of Climate Change*. Cham, Switzerland: Springer Nature Switzerland AG.
- Kromrey, H. (1981). *Die gebaute Umwelt*. Opladen: Leske + Budrich.
- Krusche, P. (1982). *Ökologisches Bauen*. Wiesbaden [u.a.]: Bauverl.
- Kubota, T., & Toe, D. H. C. (2015). Application of Passive Cooling Techniques in Vernacular Houses to Modern Urban Houses: A Case Study of Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 179, 29-39. doi:<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.02.408>
- Kubota, T., Toe, D. H. C., & Ossen, D. R. (2014). Field investigation of indoor thermal environments in traditional Chinese shophouses with courtyards in Malacca. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 13(1), 247-254. doi:10.3130/jaabe.13.247
- Kuckartz, U. (2014). *Mixed Methods*. Wiesbaden: Springer VS.
- Kurnitski, J. (2019). NZEB requirements in Nordic countries. *REHVA Journal*, 06/2019. Abgerufen unter <https://www.rehva.eu/rehva-journal/chapter/nzeb-requirements-in-nordic-countries>
- La Roche, P., & Liggett, R. (2001). Very simple design tools: A web based assistant for the design of climate responsive buildings. *Architectural Science Review*, 44(4), 437-448. doi:10.1080/00038628.2001.9696924
- Lauber, W. (2003). *Klimagerechte Architektur in den afrikanischen Tropen: Eine Untersuchung am Vorbild der traditionellen Architektur des Regenwaldes in Kamerun und der Savanne in Mali*. Universität Kaiserslautern, Abgerufen unter <https://opus.htwg-konstanz.de/frontdoor/deliver/index/docId/28/file/Klimagerechte.pdf>
- LEED. (2021). *LEED V4.1 Building design and construction*.
- LEGEP Software GmbH. (2019). LEGEP 2019 (Version 2.10.688).

- Lehmann, S. Energy-Efficient Building Design: Towards Climate-Responsive Architecture. *Sustainable Built Environment*.
- Leifer, W. (1977). *Kenia*. Tübingen [u.a.]: Erdmann.
- Lenz, B., Schreiber, J., & Stark, T. (2012). *Nachhaltige Gebäudetechnik: Grundlagen - Systeme - Konzepte: DETAIL*.
- LfU. Effiziente Energienutzung bei Büro- und Verwaltungsgebäuden. Abgerufen unter https://www.umweltpakt.bayern.de/energie_klima/fachwissen/167/effiziente-energienutzung-bei-buero-verwaltungsgebaeuden
- LfU. (2008). *Effiziente Energienutzung in Bürogebäuden: Planungsleitfaden*. Augsburg, Deutschland. Abgerufen unter <https://standortportal.bayern.de/Anhaenge/bihkrepository/planungsleitfaden-effiziente-energienutzung-in-buerogebaeuden.pdf>
- Li, B., Yao, R., Wang, Q., & Pan, Y. (2014). An introduction to the Chinese Evaluation Standard for the indoor thermal environment. *Energy an Buildings*, 82, 27 - 36.
- Li, Z., Genovese, P. V., & Zhao, Y. (2020). Study on multi-objective optimization-based climate responsive design of residential building. *Algorithms*, 13(9). doi:10.3390/a13090238
- Liedl, P. (2013). Climate-Tool. Baltimore, USA: Proceedings 2013 ASES National Solar Conference. Abgerufen unter <http://climate-tool.com/de/climatetool/>
- Lindemann, U. (2009). *Methodische Entwicklung technischer Produkte*. Berlin: Springer.
- Lippsmeier, G., & Mukerji, K. (1980). *Tropenbau*. München: Callwey.
- Looman, R. (2017) Climate-responsive design: A framework for an energy concept design-decision support tool for architects using principles of climate-responsive design. In: *Vol. 1. A+BE Architecture and the Built Environment* (pp. 1-282).
- Looman, R., Cauberg, H., Van Den Dobbelssteen, A., Van Timmeren, A., & Tenpierik, M. (2007). *Climate-responsiveness of building elements*. Paper presented at the Sun, Wind and Architecture - The Proceedings of the 24th International Conference on Passive and Low Energy Architecture, PLEA 2007.
- Lorange, E., & Myhre, J. (1991). Planning and Urban Growth in the Nordic Countries. *Urban Planning in Norway*.
- Lu, S.-H. (2019). *Bauregelwerke und Baukultur*. Bielefeld: transcript Verlag.
- Lüttmann, P. (2014). *Bauherren und Baukultur*. Berlin: Univ.-Verl. der TU Berlin.
- Lynch, K. (1968). *Das Bild der Stadt*. Berlin: Ullstein.
- Maneval, S. (2019). *New Islamic Urbanism: The Architecture of Public and Private Space in Jeddah, Saudi Arabia*. London, United Kingdom. Abgerufen unter www.uclpress.co.uk
- Manu, S., Brager, G., Rawal, R., Geronazzo, A., & Kumar, D. (2018). Performance evaluation of climate responsive buildings in India - Case studies from cooling dominated climate zones. *Building and Environment*, 148, 136-156. doi:10.1016/j.buildenv.2018.10.063
- Manu, S., Shukla, Y., Rawal, R., Thomas, L., & de Dear, R. (2016). Corrigendum to "Field studies of thermal comfort across multiple climate zones for the subcontinent: India model for adaptive comfort (IMAC)" [Building and Environment 98 (2016) 55–70]. *Building and Environment*, 106, 422-426. doi:<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.07.015>
- Martela, F., Greve, B., Rothstein, B., & Saari, J. (2020). *The Nordic Exceptionalism: What Explains Why the Nordic Countries are Constantly Among the Happiest in the World*. Abgerufen unter https://happiness-report.s3.amazonaws.com/2020/WHR20_Ch7.pdf
- Matthey, A., & Bünger, B. (2020). *Methodenkonvention 3.1 zur Ermittlung von Umweltkosten: Kostensätze Stand 12/2020*. Dessau-Roßlau, Deutschland. Abgerufen unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-12-21_methodenkonvention_3_1_kostensaetze.pdf
- Mayer, A., & Jürgens, T. (2021). *Analysis and comparison of passive and climate-unadapted design in terms of resources, energy demands and thermal comfort by means of building simulation and life cycle assessment*. Paper presented at the Journal of Physics: Conference Series.
- Mayer, A., Menges, C., & Göttig, R. (2021). A method for determining the time-dependent indoor CO2 concentration to evaluate air hygiene. *Proceedings to the Conference Healthy Buildings Europe 2021*.
- Meck, A. (2018). *Was ist Baukultur?*
- Meschenmoser, A., Schauer, J., & Stürmer, A. (2020). *Entwicklung eines bauphysikalischen Gebäudekonzeptes auf Basis der Klima-, Kultur- und Ressourcenanalyse von Quito, Ecuador*. Seminararbeit. Lehrstuhl für Bauphysik. Technische Universität München.
- Milne, M., & Labib, T. (1990). Tools for designing climate responsive buildings.

- Milne, M., Vasser, M., & Sehgal, V. (1988). *Solar-5 update: Work in Progress for the New Release*. Paper presented at the Third National Conference on Microcomputer Applications in Energy Conservation, Tucson, Arizona.
- Misoch, S. (2019). *Qualitative Interviews*. Berlin ; Boston: De Gruyter Oldenbourg.
- Mollier, R. (1904). *Neue Diagramme zur technischen Wärmelehre*: Schade.
- Monterde, A. M., Lozano, G. V., Guillamón, G. I., Calvet, H. J., & López-Jiménez, P. A. (2016). Sustainable building strategies on regional scale: Proposal for the Valencian region in Spain. *Indoor and Built Environment*, 25(7), 1054-1064. doi:10.1177/1420326X16659327
- Morgen, K. (2015). Building culture goes out to all. *Beton- und Stahlbetonbau*, 110(3), 177-178. doi:10.1002/best.201590026
- Mousli, K., & Semprini, G. (2019). *Passive systems in traditional houses in Middle East areas: Solutions and effects of natural ventilation*. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.
- Mulatu, Y., & Kindu, M. (2010). Status of bamboo resource development, utilization, and research in Ethiopia: A review. *Ethiopian Journal of Natural Resources*, 1, 79-98.
- MünchenArchitektur. (2021). Die Maxvorstadt – die erste auf dem Reißbrett geplante Stadterweiterung. Abgerufen unter <https://www.muenchenarchitektur.com/beitrag/27242-die-maxvorstadt-die-erste-auf-dem-reissbrett-geplante-stadterweiterung-muenchens>
- Murakami, S., & Ikaga, T. (2008). *Evaluating environmental performance of vernacular architecture through casbee*. Japan.
- Nagel, R. (2018). Baukultur. In A. f. R. u. L. (ARL) (Ed.), *Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung*. Abgerufen unter <https://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/HWB%202018/Baukultur.pdf>
- Nanz, P., & Fritsche, M. (2012). *Handbuch Bürgerbeteiligung*. Bonn: Bundeszentrale für Politische Bildung.
- Nasrollahi, F. (2009). *Climate and energy responsive housing in continental climates*. Berlin: Univ.-Verl. der TU Berlin.
- NEC-HS-EE. (2018). Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-HS-EE). In. Quito, Ecuador: Ministerio de Desarrollo urbano y vivienda.
- Neufert, E., & Neufert, P. (2018). *Bauentwurfslehre*. Braunschweig [u.a.]: Vieweg.
- Nguyen, A. T., Tran, Q. B., Tran, D. Q., & Reiter, S. (2011). An investigation on climate responsive design strategies of vernacular housing in Vietnam. *Building and Environment*, 46(10), 2088-2106. doi:10.1016/j.buildenv.2011.04.019
- Nguyen, A. T., Truong, N. S. H., Rockwood, D., & Tran Le, A. D. (2019). Studies on sustainable features of vernacular architecture in different regions across the world: A comprehensive synthesis and evaluation. *Frontiers of Architectural Research*, 8(4), 535-548. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foar.2019.07.006>
- Nielsen Gildemeister, S. H. (1984). *Passive Sonnenenergieheizung im Einfamilienhausbau am Beispiel Santiago de Chile*.
- Numbeo doo. (2021). Immobilienpreise in Bergen. Abgerufen unter <https://de.numbeo.com/immobilienpreise/stadt/Bergen>
- Nutzungsdauern von Bauteilen für Lebenszyklusanalysen nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB)*. (2017). Abgerufen unter https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/Nutzungsdauer_Bauteile/BNB_Nutzungsdauern_von_Bauteilen_2017-02-24.pdf
- Ökologisch Bauen. Wenn Halme dämmen: Dämmplatten aus Schilf oder Napiergras. Abgerufen unter <https://www.oekologisch-bauen.info/service/impressum.html>
- Ökonomische Bewertung von Umweltschäden: Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten*. (2012). Dessau-Roßlau, Germany. Abgerufen unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/uba_methodenkonvention_2.0_-_2012_gesamt.pdf
- Olgay, A., & Olgay, V. (1957). *Solar control & shading devices*. Princeton, NJ: Princeton Univ. Press.
- Olgay, V. (1963). *Design with climate - Bioclimatic approach to architectural regionalism*.
- Oliver, P. (1997). *Encyclopedia of vernacular architecture of the world*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- One Click LCA. (2021a). One Click LCA. Helsinki, Finnland: Bionova Ltd. Abgerufen unter <https://www.oneclicklca.com>
- One Click LCA. (2021b). Using Materials Manufacturing Localisation. Abgerufen unter <https://oneclicklca.zendesk.com/hc/en-us/articles/360014865559-Using-Materials-Manufacturing->

- Österreich, W. (2019). Länderprofil Äthiopien. Abgerufen unter <https://wko.at/statistik/laenderprofile/lp-aethiopien.pdf>
- Paccagnel, M. (2021). *Vergleich der Nachhaltigkeit eines klimaangepassten mit einem klimaunangepassten Wohngebäude in der heiß- trockenen Klimazone nach Köppen-Geiger*. Lehrstuhl für Bauphysik. Technische Universität München.
- Pettenkofer, M. (1858). *Über den Luftwechsel in Wohngebäuden*. München, Deutschland: Anstalt der J.G. Cotta'schen Buchhandlung.
- Petzold, K. (2002). Klima. In H. Freymuth, R. Jenisch, H. Klopfer, K. Petzold, E. Richter, & M. Stohrer (Eds.), (pp. 1 Online-Ressource (XXII, 731S. 580 Abb)). Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.
- Pfeifer, G., & Scheppat, R. (2011). *Atmosphères*. Freiburg: Syntagma.
- Piesik, S. (2017). *Habitat: traditionelle Bauweisen für den globalen Wandel*. München: Edition Detail.
- Pistohl, W., Rechenauer, C., & Scheuerer, B. (2016). *Handbuch der Gebäudetechnik*. Düsseldorf, Köln: Reguvius Bundesanzeiger Verlag.
- Plusvalia. (2021). Encuentra tu lugar. Abgerufen unter <https://www.plusvalia.com>
- Pöschl, B., Schropp, V., & Thill, M. (2019). *Entwicklung eines bauphysikalischen Gebäudekonzeptes auf Basis der Klima-, Kultur- und Ressourcenanalyse von Nairobi, Kenia*. Seminararbeit Lehrstuhl für Bauphysik. Technische Universität München.
- Public Holidays Global. (2021a). Ethiopia Public Holidays 2019. Abgerufen unter <https://publicholidays.africa/ethiopia/2019-dates/>
- Public Holidays Global. (2021b). Kenya Term Dates and School Holidays 2019. Abgerufen unter <https://publicholidays.africa/kenya/school-holidays/2019-dates/>
- Rahmstorf, S., & Schellnhuber, H.-J. (2018). *Der Klimawandel*. München: C.H.Beck.
- Rebaschus, M. (2010). Die Kirchtürme sind das Maß für Neubauten. Abgerufen unter <https://www.abendblatt.de/hamburg/article108531857/Die-Kirchtuerme-sind-das-Mass-fuer-Neubauten.html>
- Reimers, F. (2021). *Evaluierung einer Bewertungsmethode zum kulturgerechten Bauen durch exemplarische Anwendung an Bürogebäuden an den Standorten Hamburg und München*. Masterthesis. Lehrstuhl für Bauphysik Technische Universität München.
- Reimers, F., Nitz, L., & Zuther, S. (2021). *Entwicklung eines bauphysikalischen Gebäudekonzeptes auf Basis der Klima-, Kultur- und Ressourcenanalyse von Havanna, Kuba*. Seminararbeit. Lehrstuhl für Bauphysik. Technische Universität München.
- Röhlen, U., & Ziegert, C. (2020). *Lehmbau-Praxis: Planung und Ausführung*. Berlin ; Wien ; Zürich: Beuth Verlag.
- Rosport, C. (2021). *Vergleich einer klimaangepassten und unangepassten Bauweise hinsichtlich Ressourcen, Energiebedarf und thermische Behaglichkeit mittels Gebäudesimulation und Ökobilanz*. Masterthesis. Lehrstuhl für Bauphysik. Technische Universität München.
- Rossi, P. H., Lipsey, M. W., & Freeman, H. E. (2004). *Evaluation*. Thousand Oaks ; London ; New Delhi: Sage Publications.
- Route One Publishing Ltd. (2020). Ethiopia's challenging cement market: consumption stimulation. Abgerufen unter <https://www.worldhighways.com/wh4/feature/ethiopias-challenging-cement-market-consumption-stimulation>
- Rubio-Bellido, C., Pulido-Arcas, J. A., & Cabeza-Lainez, J. M. (2018). Understanding climatic traditions: A quantitative and qualitative analysis of historic dwellings of Cadiz. *Indoor and Built Environment*, 27(5), 665-681. doi:10.1177/1420326X16682580
- Saaty, T. L. (2008). Relative measurement and its generalization in decision making why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors the analytic hierarchy/network process. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales - Serie A: Matematicas*, 102(2), 251-318. doi:10.1007/BF03191825
- Sack, K. (2011). Kuba: Mehr Baumaterialien für die Bevölkerung. Abgerufen unter <https://amerika21.de/meldung/2011/07/38634/kuba-baumaterial>
- Sartori, I., Lotveit, S. V., & Skeie, K. S. (2018). *Guidelines on energy system analysis and cost optimality in early design of ZEB*. Abgerufen unter https://www.sintefbok.no/book/index/1178/guidelines_on_energy_system_analysis_and_cost_optimali
- Schelbach, S. (2014). Applying traditional passive concepts of resource efficiency and climate adaptation to improve the energy efficiency of modern buildings: a case study in Thessaloniki, Greece. *WIT Transactions on Ecology on The Built Environment*, 142, 105-114.
- Schmidt, S. (2016). *Entwicklung einer neuen Methode zur thermisch - energetischen und ökonomischen Optimierung von Wohngebäuden*. (Dr.-Ing. Dissertation). Technische Universität München, München, Deutschland.

- Schnieders, J., Feist, W., & Rongen, L. (2015). Passive Houses for different climate zones. *Energy and Buildings*, 105, 71-87. doi:10.1016/j.enbuild.2015.07.032
- Schüco Deutschland. (2021). Fassaden. Abgerufen unter <https://www.schueco.com/de/architekten/produkte/fassaden>
- Schulferien Europa. (2021). Schulferien Norwegen. Abgerufen unter <https://www.schulferieneuropa.eu/schulferien-norwegen/>
- Schulte, S., & Glantschnig, T. (2021). *Bewertung eines bauphysikalischen Gebäudekonzeptes auf Basis der Klima-, Kultur- und Ressourcenanalyse von Addis Abeba, Äthiopien*. Seminararbeit. Lehrstuhl für Bauphysik. Technische Universität München.
- Schütze, T., & Willkomm, W. (2000). *Klimagerechtes Bauen in Europa: Planungsinstrumente für klimagerechte, energiesparende Gebäudekonzepte in verschiedenen europäischen Klimazonen*. Hamburg, Deutschland.
- Schweizer Ingenieur- und Architektenverein (SIA). (2013). Graue Energie von Gebäuden - Korrigenda C1 zu SIA 2032:2010. In. Zürich, Schweiz: Schweizer Ingenieur- und Architektenverein.
- Sedlbauer, K., Holm, A., & Künzel, H. M. (2003). *Bauen in anderen Klimazonen*.
- Shanthi Priya, R., Sundarraja, M. C., Radhakrishnan, S., & Vijayalakshmi, L. (2012). Solar passive techniques in the vernacular buildings of coastal regions in Nagapattinam, TamilNadu-India – a qualitative and quantitative analysis. *Energy and Buildings*, 49, 50-61. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.09.033>
- Shi, Y., & Feng, T. (2016). *LCA of a designed single-family housing in Atlanta under two different energy usage systems*. Paper presented at the ISARC 2016 - 33rd International Symposium on Automation and Robotics in Construction.
- Shiferaw, D. (2000). *Wohnungsentwicklung in regulären Unterschichtquartieren in Addis Abeba, Äthiopien. Bauliche, typologische und sozioökonomische Untersuchung*. (Ph.D. thesis).
- Singh, M. K., Mahapatra, S., & Atreya, S. K. (2011). Solar passive features in vernacular architecture of North-East India. *Solar Energy*, 85(9), 2011-2022. doi:<https://doi.org/10.1016/j.solener.2011.05.009>
- SirAdos Baupreishandbuch 2020 Neubau. (2020). Kissing: WEKA-Media.
- SirAdos Baupreishandbuch 2021 Gebäudetechnik. (2021). Kissing: WEKA-Media.
- Srivastav, S., & Jones, P. J. (2009). Use of traditional passive strategies to reduce the energy use and carbon emissions in modern dwellings. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 4, 141-149.
- Stainer, E. (2021). *Interviewstudie klima- und kulturgerechtes Bauen: Erarbeitung des derzeitigen Meinungsbildes zu klima- und kulturgerechtem Bauen unter der im Planungsprozess beteiligten Stakeholdern in Deutschland*. Lehrstuhl für Bauphysik. Technische Universität München.
- Steelcase Inc. (2021). *Veränderte Erwartungen und die Zukunft der Arbeit: Lehren aus der Pandemie für bessere Arbeitsumgebungen*. Abgerufen unter https://www.steelcase.com/content/uploads/sites/2/2021/04/2021_SC-Global-Report-Veränderte-Erwartungen-die-Zukunft-der-Arbeit.pdf
- Szokolay, S. V. (2014). *Introduction to architectural science*. London ; New York, NY: Routledge.
- Teichmann, B., & Kluge, F. (2017). *33 Baukultur Rezepte*. Bonn: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung.
- Teimourtash, S. (2016). Behagliches Raumklima - Wohnen in halboffenen Räumen in ariden Regionen. *Bauphysik*, 38, 231-240. doi:10.1002/bapi.201610020
- TEK 17. (2017a). Regulations on technical requirements for construction works: An unofficial English translation of the regulation "Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift - TEK17)" for information purposes. Any disputes shall be decided on the basis of the formal regulation in Norwegian. In.
- TEK 17. (2017b). Veiledning om tekniske krav til byggverk: Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning. Ikrafttredelse 1. juli 2017. In.
- Tekniske Nyheter AS. (2020). *Energirapporten 33/2020*. Abgerufen unter <https://tekniskenyheter.no/proveutgaver?download=128:energirapporten-33-2020>
- Tetzlaff, R., & Jakobeit, C. (2005). *Das nachkoloniale Afrika*. Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwissenschaften.
- TGA-Kosten Betreiben 2013: *Ermittlung der Kosten für das Betreiben von technischen Anlagen in öffentlichen Gebäuden*. (2013). Abgerufen unter <https://www.amev-online.de/AMEVInhalt/Organisation/TGA-Kosten%20Betreiben/tga2013.pdf>
- The Norwegian EPD Foundation. (2015). *Environmental Product Declaration: Nordvestvinduet Toppsving vindu*. Abgerufen unter <https://www.epd-norge.no/getfile.php/135726->

- 1624964069/EPDer/Byggevarer/Dører%20og%20vinduer/NEPD-384-265-NO_Nordvestvinduet-Toppsving-vindu.pdf
- The World Bank IBRD IDA. (2020). Forest area (% of land area). Abgerufen unter https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.FRST.ZS?end=2020&name_desc=false&start=1990&view=chart&year_high_desc=true
- The World Bank IBRD IDA. (2021). Population, female (% of total population) - Ecuador. Abgerufen unter <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL.FE.ZS?locations=EC>
- Thomas, C. D., Cameron, A., Green, R. E., Bakkenes, M., Beaumont, L. J., Collingham, Y. C., . . . Williams, S. E. (2004). Extinction risk from climate change. *Nature*, 427, 145 - 148.
- Thompson, J. (1994). *Strategic Management: Awareness and Change*. London, England: Chapman and Hill.
- Tiesbohnkamp, W. (2020). Demokratische Bundesrepublik Äthiopien.
- Tivian XI GmbH. (2021). EFS Survey Unipark. Köln, Deutschland: Tivian XI GmbH.
- Toe, D. H. C., & Kubota, T. (2015). Comparative assessment of vernacular passive cooling techniques for improving indoor thermal comfort of modern terraced houses in hot-humid climate of Malaysia. *Solar Energy*, 114, 229-258. doi:<https://doi.org/10.1016/j.solener.2015.01.035>
- U.S. Census Bureau. (2021). Characteristics of New Housing. Abgerufen unter <https://www.census.gov/construction/chars/>
- U.S. Energy Information Administration. Share of energy used by appliances and consumer electronics increases in U.S. homes. *Residential energy consumption survey (RECS)*. Abgerufen unter <https://www.eia.gov/consumption/residential/reports/2009/electronics.php>
- U.S. Energy Information Administration. (2021). *Residential Energy Consumption Survey (RECS) - Data*. Abgerufen unter <https://www.eia.gov/consumption/residential/data/2015/>
- U.S. Green Building Council. (2020). *LEED v4.1 Residential single family homes*. Abgerufen unter <https://build.usgbc.org/singlefamilyclean41>
- U.S. Green Building Council. (2021). *LEED v4.1 Building Design and Construction: Getting started guide for beta participants*. Abgerufen unter https://build.usgbc.org/bd+c_guide
- Umweltbundesamt. (2020). Anteile der Anwendungsbereiche am Endenergieverbrauch der privaten Haushalte 2008 und 2018. In: *Umweltzeichen Hafencity: Nachhaltiges Bauen in der Hafencity*. (2017). Hamburg, Deutschland.
- UNDP. (2020). *The next frontier: Human development and the Anthropocene*. New York, USA. Abgerufen unter <https://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2020.pdf>
- UNFCCC. (2014). Glossary of climate change acronyms and terms. Abgerufen unter http://unfccc.int/essential_background/glossary/items/3666.php
- United Nation Environment Programme. (2020). *2020 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector*. Nairobi. Abgerufen unter https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR_FULL%20REPORT.pdf
- University of California. (1976). Climate Consultant: University of California. Abgerufen unter <http://www.energy-design-tools.aud.ucla.edu/climate-consultant/request-climate-consultant.php>
- Upadhyay, A. K., Yoshida, H., & Rijal, H. B. (2006). Climate Responsive Building Design in the Kathmandu Valley. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 5(1), 169-176. doi:10.3130/jaabe.5.169
- Varga, C., Seidel, A., Lanzinger, C., & Gatterer, H. (2013). *Zukunft des Wohnens*.
- Venvik, G., Beer, j., Seither, A., & Eriksson, I. (2016). *City case study of Bergen*.
- Verordnung über Arbeitsstätten. (2020). Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung - ArbStättV). In: Bundesministerium der Justiz, Bundesamt für Justiz.
- Volkert, D. (2012). *Baukultur*. Baden-Baden: Nomos.
- Wakil, S. A. (1980). *Wohnen in ägyptischen Wüstengebieten*. Stuttgart.
- Wallbaum, H., Ostermeyer, Y., & Gotob, Y. (2011). Nutzer- und klimaangepasstes Bauen: Leitbild und Chance für die globale Verbreitung von nachhaltigen Gebäudelösungen. *Bautechnik*, 88(1), 3-16. doi:10.1002/bate.201110001
- Walle, H., Zewde, S., & Heldal, T. (2000). Building stone of central and southern Ethiopia. 436, 175-182. Abgerufen unter https://www.ngu.no/FileArchive/102/Bulletin436_17.pdf
- Wandel Lorch Götze Wach GmbH. (2015). Wettbewerbsentwurf: Hannoverscher Bahnhof Hamburg. Abgerufen unter <https://wlgw.de/hannoverscher-bahnhof/>
- Wandel Lorch Götze Wach GmbH. (2021). *Ausführungsplanung: Hannoverscher Bahnhof Hamburg, 2. Obergeschoss Bauteil A*.
- Watson, D., & Labs, K. (1983). *Climatic design*. New York [u.a.]: McGraw-Hill.
- Weeber, R., Weeber, H., & Kähler, G. (2005). *Baukultur!* Hamburg: Junius.

- Weller, B., Naumann, T., & Jakubetz, S. (2012). *Gebäude unter den Einwirkungen des Klimawandels*. Berlin: Rhombos-Verlag.
- Weltgesundheitsorganisation (WHO). (2018). *COP24 special report: health and climate change*. Abgerufen unter <https://www.who.int/publications/i/item/cop24-special-report-health-climate-change>
- Werner, P. (1984). *Bäuerliche Baukultur im Berchtesgadener Land*. Berchtesgaden: Plenk.
- Wieser, F., Tian, Y., Zhang, Y., & Karau, B. (2021). *Bewertung eines bauphysikalischen Gebäudekonzeptes auf Basis der Klima-, Kultur- und Ressourcenanalyse von Bergen, Norwegen*. Seminararbeit. Lehrstuhl für Bauphysik. Technische Universität München.
- Wilhelm, M., Koch, W., & Schmidt, G. W. H. (2000). *Aktuelle Architektur der Oberpfalz: Beispiele aktueller Baukultur*. Regensburg: Mittelbayerischer Verl.
- Wilhelm, M., Koch, W., & Schmidt, G. W. H. (2011). *Aktuelle Architektur der Oberpfalz: Beispiele aktueller Baukultur*. Regensburg: Mittelbayerischer Verl.
- Willinger, S. (2004). Die Baukulturen der Gesellschaft: Überlegungen zur Konstruktion einer wirkungsvollen Architekturpolitik. *Baukultur, Stadtkultur, Lebenskultur*, 8. Abgerufen unter <https://www.cloud-cuckoo.net/openarchive/wolke/deu/Themen/032/Willinger/willinger.htm>
- Worre Foged, I. (2019). Thermal Responsive Performances of a Spanish Balcony-Based Vernacular Envelope. In D. Katunsky & J. Huang (Eds.), *Responsive Architecture* (pp. 1 Online-Ressource). Basel ; Beijing ; Wuhan ; Barcelona ; Belgrade: MDPI.
- Yao, R., Li, B., & Liu, J. (2009). A theoretical adaptive model of thermal comfort – Adaptive Predicted Mean Vote (aPMV). *Building and Environment*, 44, 2089 - 2096. doi:doi:10.1016/j.buildenv.2009.02.014
- Yikuno, K. E. (2000). The Indigenous Bamboo Forests of Ethiopia: An Overview. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 29, 518-521. doi:10.1579/0044-7447-29.8.518
- Yoshino, H., Hasegawa, K., & Matsumoto, S. (2007). Passive cooling effect of traditional Japanese building's features. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 18(5), 578-590. doi:10.1108/14777830710778337
- Zhai, Z., & Previtali, J. M. (2010). Ancient vernacular architecture: characteristics categorization and energy performance evaluation. *Energy and Buildings*, 42(3), 357-365. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2009.10.002>
- Zöls, S. (2015). *Architekturschaulager*. (Diplom-Ingenieur). Universität Wien, Wien, Österreich. Abgerufen unter <https://repositum.tuwien.at/bitstream/20.500.12708/3753/2/Zoels%20Stefan%20Kurt%20-%202015%20-%20Architekturschaulager.pdf>

Anhangsverzeichnis

Anhang A	Anhang Kapitel 2 Stand des Wissens zum klima- und kulturangepassten Bauen
Anhang A1	Behandelte Themen der untersuchten Veröffentlichungen im Rahmen der Metaanalyse zum klimaangepassten Bauen
Anhang A2	Forschungsziele und Methoden der untersuchten Veröffentlichungen zur Analyse traditioneller Bauweisen
Anhang A3	Qualitätseinheiten der Baukultur
Anhang A4	Formate-Baukasten zur Förderung von Baukulturinitiativen und Baukultur
Anhang A5	Instrumente des Werkzeugkastens der Qualitätssicherung der Baukultur
Anhang A6	Bewertungsindikatoren der Baukultur und Lebensqualität
Anhang A7	Bewertungskriterien und Schlüsselfragen des Davos Qualitätssystems für Baukultur
Anhang A8	Unterstützung für Planende im kulturangepassten Bauen nach Dimensionen der Baukultur

Anhang B	Anhang Kapitel 3 Empirische Studie zu Bewertungsmethoden des klima- und kulturangepassten Bauens
Anhang B1	Stakeholderanalyse zur Identifikation der Berufsfelder der zu befragenden Experten in der Interviewstudie
Anhang B2	Interviewleitfaden
Anhang B3	Definition der Begriffe klima- und kulturangepasstes Bauen

Anhang C	Anhang Kapitel 5 Bewertungsmethode zum klima- und kulturangepassten Bauen
Anhang C1	Checkliste der Baukultur

Anhang D Anhang Kapitel 6 Anwendung der Bewertungsmethode

Anhang D1	Daten zur Ermittlung der Ökonomie am Standort München, Deutschland
Anhang D2	Daten zur Ermittlung der Ökologie und Ökonomie am Standort Vargo, Norwegen
Anhang D3	Daten zur Ermittlung der Ökologie am Standort Phoenix, Arizona
Anhang D4	Daten zur Ermittlung der Kulturperformanz am Standort München und Hamburg, Deutschland
Anhang D5	Daten zur Ermittlung der Kulturperformanz am Standort Nairobi, Kenia
Anhang D6	Daten zur Ermittlung der Kulturperformanz am Standort Addis Abeba, Äthiopien
Anhang D7	Daten zur Ermittlung der Kulturperformanz am Standort Quito, Ecuador
Anhang D8	Daten zur Ermittlung der Kulturperformanz am Standort Bergen, Norwegen
Anhang D9	Daten zur Ermittlung der Kulturperformanz am Standort Havanna, Kuba
Anhang D10	Übersicht der verfügbaren Ressourcen in den untersuchten Fallstudien

Anhang E Anhand Kapitel 7 Evaluation der Bewertungsmethode
Umfrage unter den Studierenden zur Evaluation des entwickelten Ansatzes

Anhang A

Kapitel 2 Stand des Wissens zum klima- und kulturangepassten Bauen

Anhang A1 Behandelte Themen der untersuchten Veröffentlichungen im Rahmen der Metaanalyse zum klimaangepassten Bauen

	Grundlagen Klimatologie	Klimaanalyse	Strategien	Bauliche Methoden	Analyse traditioneller Bauweisen	Exemplarische Beispiele	Sonstiges
Aronin (1953)	x	x	x	x	x	x	Handlungsempfehlungen bzgl. konkretem Standort, nicht nach Klimazone
Bagheri (1991)	x	x	x	x	x	x	Fokus auf heiß-trockene Gebiete Irans am Beispiel Yazd
Barber (2020)							
Bodach (2014)		x	x	x	x	x	Fokus auf Klimazonen in Nepal
Brown (1985)	x	x	x	x	x	x	Methode, um Mikroklima am Standort hinsichtlich Wind- und Strahlungsbelastung zu bewerten
Conklin (1958)			x	x	x		Sechs Strategien, um auf Klimaeinfluss zu reagieren
Dahl (2010)	x		x	x	x	x	
Epinatjeff (1986)	x	x	x	x	x	x	Interdependenzen zwischen den relevanten Planungsvariablen und den Einflussfaktoren der Planungsrandbedingungen
Feist (1992)				x		x	Vergleich baulicher Methoden klimaangepassten Bauens mittels Simulationen, Fokus auf Mitteleuropa
Gertis (1977)	x	x	x		x		Fokus auf prinzipielle Handlungsempfehlungen nach Klimazone
Graf (2000)						x	Grundlagen der Bauphysik, Fokus auf Deutschland, Österreich und Schweiz
Gunaratne (1985)		x	x	x	x	x	Fokus auf Wohnhäuser in Sri Lanka
Hardimann (1992)		x	x	x	x	x	Fokus auf natürliche Lüftungssysteme, auf kostengünstige Wohnhäuser und auf Java, Indonesien
Hausladen (2012)	x	x	x	x		x	Exemplarische Beispiele zu Klimazonen, Psychrometric Chart
Hillmann (1983)	x	x	x	x	x	x	Handlungsempfehlungen nach Klimazone, Unterscheidung in aktiv und passiv regulierend

Hindrichs (2007)	x	x	x	x	x	x	Fokus auf subtropischer und tropischer Zone
Keller (1997)		x	x	x			Fokus auf gemäßigte Zone, Rechenmethoden, um klimatischen Einfluss zu berechnen
Koenigsberger (1973)	x	x	x	x	x	x	Planungshilfen für unterschiedliche Entwurfsphasen, Fokus auf tropische Klimazone
Kosir (2019)	x	x	x	x	(x)	x	Klimawandel wird thematisiert
Krusche (1982)	x	x	x	x		x	Fokus auf Energieeinsparung, quantitative Angaben, natürliche Energiequellen werden thematisiert
Lippsmeier (1980)	x	x	x	x	x	x	Fokus auf tropische Klimazone
Nasrollahi (2009)		x	x	x	x	x	Allgemeine Handlungsempfehlungen und Fokus auf Iran und Deutschland, Vergleich Iran-Deutschland
Nielsen Gildemeister (1984)	x	x	x	x		x	Empfehlungen standortbezogen, Anwendung am Beispiel Santiago de Chile
Olgay (1957)	x	x	x	x		x	Fokus auf Verschattung, keine Betrachtung nach Klimazonen, Analyse anhand Bioklimatischem Diagramm
Petzold (2002)	x	x	x	x	x	x	Empfehlungen auf Basis des h-x-Diagramms
Schütze (2000)	x	x	x	x	x	x	Infos zu Datenquellen, Checklisten klimangepasstes Bauen
Wakil (1980)		x	x	x	x	x	Fokus auf Gebäude in Wüstengebieten in Ägypten

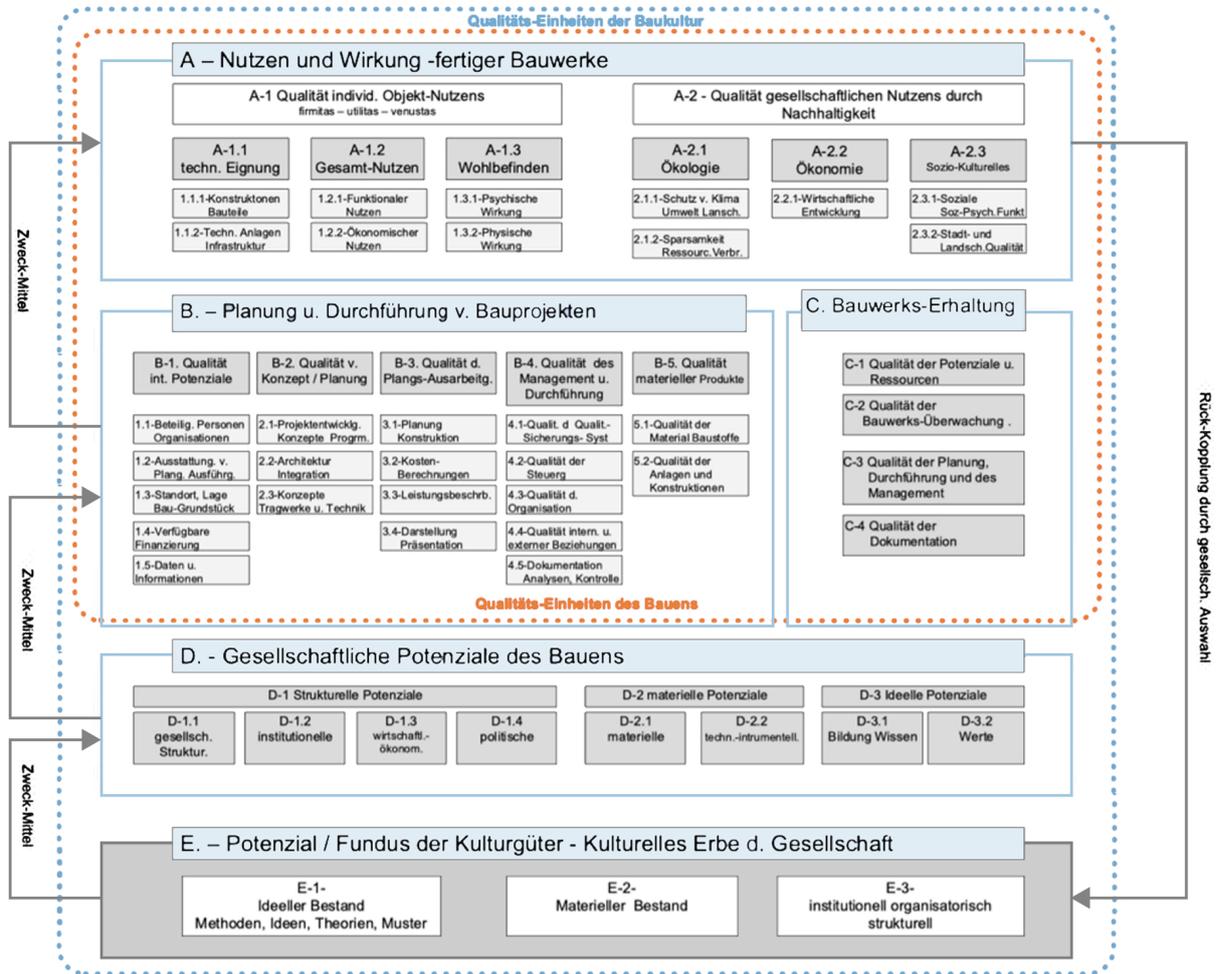
Anhang A2 Forschungsziele und Methoden der untersuchten Veröffentlichungen zur Analyse traditioneller Bauweisen

Autor	Titel	Forschungsziel	Methode(n)	Sonstiges
Bahadori (1978)	Passive Cooling Systems in Iranian Architecture	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen	qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche	Fokus auf passiven Kühlungssystemen im Iran
Bodach (2014)	Climate responsive building design strategies of vernacular architecture in Nepal	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen	Qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche, Feldstudien	Fokus auf Nepal
Borong (2004)	Study on the thermal performance of the Chinese traditional vernacular dwellings in Summer	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen Bewertung des Komforts traditioneller Architektur	Quantitative und qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche, Feldmessungen	Fokus auf die Sommerperiode am Standort China
Cabeza-Lainez (2013)	Lighting features in Japanese traditional architecture	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen Bewertung des Komforts traditioneller Architektur	Quantitative und qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche, Feldmessungen, Simulation	Fokus auf natürliche Beleuchtung in Japan
Coch (1998)	Bioclimatism in vernacular architecture	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen	qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche	Alle Klimazonen
Dili (2010)	Passive environment control system of Kerala vernacular residential architecture for a comfortable indoor environment: A qualitative and quantitative analyses	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen Bewertung des Komforts traditioneller Architektur	Quantitative und qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche, Feldmessungen	Fokus auf Kerala
Dili (2011)	Passive control methods for a comfortable indoor environment: Comparative investigation of traditional and modern architecture of Kerala in summer	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen Bewertung des Komforts traditioneller Architektur	Quantitative und qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche, Feldmessungen	Fokus auf Kerala, Vergleich traditioneller und moderner Architektur
Eyüce (2007)	Learning From the Vernacular: Sustainable Planning and Design	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen	qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche	Fokus auf Yazd
Foruzanmehr (2011)	Vernacular architecture: Questions of comfort and practicability	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen Bewertung des Energiebedarfs traditioneller Architektur Bewertung des Komforts traditioneller Architektur	Quantitative und qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche, Feldmessungen, Umfragen und Interviews	Fokus auf dem Iran
Ganem (2006)	Traditional climate-adapted typologies as a base for a new contemporary architectural approach	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen	Quantitative und qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche,	Fokus auf Mendoza, Argentinien

		Bewertung des Komforts traditioneller Architektur	Feldmessungen, Simulation	
Ghodsí (2012)	Vernacular Architecture: Solution to a more sustainable future	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen	qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche	
Koranteng (2019)	Climate responsive buildings: a comfort assessment of buildings on KNUST campus, Kumasi	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen Bewertung des Komforts traditioneller Architektur	Quantitative und qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche, Feldmessungen, Umfragen	Fokus auf Kumasi
Kubota (2014)	Field investigation of indoor thermal environments in traditional Chinese shophouses with courtyards in Malacca	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen Bewertung des Komforts traditioneller Architektur	Quantitative und qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche, Feldmessungen	Fokus auf Malacca
Kubota (2015)	Application of Passive Cooling Techniques in Vernacular Houses to Modern Urban Houses: A Case Study of Malaysia	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen Bewertung des Komforts traditioneller Architektur	Quantitative und qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche, Feldmessungen	Fokus auf Malaysia
Manu (2019)	Performance evaluation of climate responsive buildings in India - Case studies from cooling dominated climate zones	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen Bewertung des Komforts traditioneller Architektur	Quantitative und qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche, Feldmessungen	Fokus auf Indien
Murakami (2008)	Evaluating environmental performance of vernacular architecture through casbee	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen Bewertung der Nachhaltigkeit traditioneller Architektur	Quantitative und qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche, Bewertungsmethode CASBEE	Fokus auf Japan
Nguyen (2011)	An investigation on climate responsive design strategies of vernacular housing in Vietnam	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen Bewertung des Komforts traditioneller Architektur	Quantitative und qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche, Feldmessungen, Simulation	Fokus auf Vietnam
Oliver (1997)	Encyclopedia of vernacular architecture of the world	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen	qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche	Alle Klimazonen
Piesik (2017)	Habitat: traditionelle Bauweisen für den globalen Wandel	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen	qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche	Alle Klimazonen
Rubio-Bellido (2018)	Understanding climatic traditions: A quantitative and qualitative analysis of historic dwellings of Cadiz	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen Bewertung des Komforts traditioneller Architektur	Quantitative und qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche, Feldmessungen, Simulation	Fokus auf Cadiz
Shanthi Priya (2012)	Solar passive techniques in the vernacular buildings of coastal regions in Nagapattinam, TamilNadu-India – a	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen Bewertung des Komforts traditioneller Architektur	Quantitative und qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche, Feldmessungen	Fokus auf Küstenregionen in Nagapattinam, TamilNadu, Indien

		qualitative and quantitative analysis		
Singh (2011)	Solar passive features in vernacular architecture of North-East India	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen Bewertung des Komforts traditioneller Architektur	Quantitative und qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche, Feldmessungen, Umfragen	Fokus auf Nord-Ost Indien
Srivastav (2009)	Use of traditional passive strategies to reduce the energy use and carbon emissions in modern dwellings	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen Bewertung des Energiebedarfs traditioneller Architektur Bewertung des Komforts traditioneller Architektur	Quantitative und qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche, Simulationen	Vergleich traditioneller und moderner Architektur
Teimourtash (2016)	Behagliches Raumklima - Wohnen in halboffenen Räumen in ariden Regionen	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen Bewertung des Komforts traditioneller Architektur	qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche	Fokus auf bauliche Maßnahme „Iwan“ im Iran
Toe (2015)	Comparative assessment of vernacular passive cooling techniques for improving indoor thermal comfort of modern terraced houses in hot-humid climate of Malaysia	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen Bewertung des Komforts traditioneller Architektur	Quantitative und qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche, Feldmessungen	Fokus auf Malaysia
Upadhyay (2006)	Climate Responsive Building Design in the Kathmandu Valley	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen	qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche	Fokus auf Kathmandu Valley
Worre Foged (2019)	Thermal Responsive Performances of a Spanish Balcony-Based Vernacular Envelope	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen Bewertung des Energiebedarfs traditioneller Architektur Bewertung des Komforts traditioneller Architektur	Quantitative und qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche, Simulationen	Fokus auf Methoden der adaptiven Gebäudehülle
Yoshino (2007)	Passive cooling effect of traditional Japanese building's features	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen Bewertung des Komforts traditioneller Architektur	Quantitative und qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche, Feldmessungen, Simulation	Fokus auf Japan
Zhai (2010)	Ancient vernacular architecture: characteristics categorization and energy performance evaluation	Herleitung von Strategien und baulichen Maßnahmen Bewertung des Energiebedarfs traditioneller Architektur	Quantitative und qualitative Analyse von Fallbeispielen: Literaturrecherche, Simulationen	Kategorisierung traditioneller Architekturregionen

Anhang A3 Qualitätseinheiten der Baukultur nach (Lüttmann, 2014)



Anhang A4 Formate-Baukasten zur Förderung von Baukulturinitiativen und Baukultur nach (Georg et al., 2018)

Kategorie	Format
Expertise vermitteln	<ul style="list-style-type: none"> - Externer Input: Einen Blick auf gelungene Projekte werfen - Beratung: Mit allgemeinen Fragestellungen auseinandersetzen - Coaching: Mit spezifischen Fragestellungen auseinandersetzen
Gemeinsam arbeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Workshop Strategie: Strukturiert und zielgerichtet arbeiten - Workshop Planung: Betrachtung korrekter Räume und Orte - Workshop Öffentlichkeitsarbeit: Baukultur wirksam und breit kommunizieren lernen - Studentische Workshops: Arbeit an Baukultur-Themen mit Studierenden - Schülerworkshop: Mit Schülern Baukultur-Themen diskutieren, erforschen und dazu Ideen entwickeln - Workshop Evaluierung: den Arbeitsprozess reflektieren und optimieren - Baukulturklausur: Lernen von anderen - Gute Jause: Mehr als ein Magenfüller
Öffentlichkeit erzeugen	<ul style="list-style-type: none"> - Leerstand temporär umnutzen: Leerstand als Ort der Diskussion - Schaufenstergalerie: Baukultur-Ausstellung in Schaufenstern im Ortskern - Vernissage: Feierliche Eröffnung einer Baukultur-Ausstellung - Temporäre Investitionen: Künstlerische Installationen im öffentlichen Raum - Besondere Orte nutzen: Baukultur erleben - Filmabend: Öffentlicher Baukultur-Filmabend mit Diskussion - Ausstellung: Interessante Baukulturprojekte zeigen - Vortragsabend: Interesse für Baukultur wecken - Stammtisch: Baukultur-Stammtisch mit wechselnder inhaltlicher Ausrichtung - Öffentliche Aktionen/Aktionswoche: Öffentliche Aufmerksamkeit generieren - Bank Hocken: Besondere Hausgeschichten erfahren
Auf Reisen lernen	<ul style="list-style-type: none"> - Exkursion Plus: Die etwas andere Lernreise - Spaziergang: Gemeinsames Erkunden des Ortes - Ein Dorf geht an die Uni: Audienz im Elfenbeinturm/Bei den jungen Kreativen/ Exkursion an den Lehrstuhl/ Ein Tag am Lehrstuhl - Projektbesichtigung: Vorbildprojekte besuchen, begreifen und verstehen
Dinge produzieren	<ul style="list-style-type: none"> - Postkarten: Postkarten zu lokalen Baukultur-Themen und Projekten - Zwei Laufmeter Baukulturliteratur: i der örtlichen Bibliothek oder anderswo - Bilderproduktion: Verbildlichen von baukulturellen Themen und konkreten Objekten in Skizzen, Collagen, Zeichnungen - Studentische Projekte: Workshops und Diplomprojekte - Baukulturbrochure: Positive Beispiele vor Ort vermitteln - Film: Filmisches Dokumentieren eines Baukultur-Programms

Anhang A5 Instrumente nach Kategorien des Werkzeugkastens der Qualitätssicherung der Baukultur nach (Bundesministerium für Verkehr Bau und Stadtentwicklung, 2012)

Kategorie	Instrumente
Weitsichtig Planen	<ul style="list-style-type: none"> - Städtisches Leitbild - Integrierte Stadtentwicklungsplanung - Fachkonzepte und Regelwerke - Stadtbildplanung - Bebauungsplan/Vorhaben-und Erschließungsplan - Gestaltungssatzungen - Erhaltungs- und Denkmalsbereichssatzungen - Planungs- und Projektbegleitung - Ämterkooperation - Städtebauliche Verträge/Öffentlich-Private Partnerschaften
Gut Bauen	<ul style="list-style-type: none"> - Vorbildfunktion der Kommune - Einfluss auf andere Planungsträger - Baukulturförderung bei Vergabe kommunaler Grundstücke - Wettbewerbe - Gestaltungsbeiräte - Gestaltungsfibeln und -ratgeber - Bauberatung - Behandlung privater Bauvorhaben in der politischen Beratung
Miteinander Reden	<ul style="list-style-type: none"> - Bürgerbeteiligung und öffentliche Vermittlung - Entwerfen und Planen öffentlich machen - Anreize für gute Planung und gutes Bauen - Interkommunaler Erfahrungsaustausch - Fortbildungen für Politik und Verwaltung - Auszeichnungen und Preise - Veröffentlichung „guter“ Bauten und Projekte - Stadtmarketing und Kampagnen zur Baukultur - Stadtführungen und -touren - Orte der Baukultur

Anhang A6 Bewertungsindikatoren der Baukultur und Lebensqualität nach (Blumberga et al., 2019)

Kriterien	Definition
Kulturelles Erbe	
Kulturelle und historische Bedeutung	Für jedes Baudenkmal von nationaler Bedeutung 3 Punkte, 2 Punkte für das lokale Denkmal und 1 Punkt für jedes andere Gebäude von historischem Wert. Der spezifische Indikator wurde ermittelt, indem die Gesamtzahl der Punkte durch die Anzahl der Parzellen im Block geteilt wurde.
Vielfalt der Bauepochen	Es wurden 7 Bauzeiträume definiert - 1) vor 1884; 2) 1885-1923; 3) 1924-1944; 4) 1945-1960; 5) 1961-1991; 6) 1992-2000; 7) 2001 - bis heute. Für jedes Jahrzehnt des Bauzeitraums wurde 1 Punkt vergeben. Der spezifische Indikator wurde ermittelt, indem die Gesamtzahl der Punkte durch die Anzahl der Parzellen im Block geteilt wurde.
Schutz	
Schutz vor Kriminalität und Gewalt	Gezählt wurde die Anzahl der Straftaten, die in den letzten 3 Jahren im Wohnblock und den angrenzenden Straßen begangen wurden. Ein spezifischer Indikator wurde ermittelt, indem die Gesamtzahl der Straftaten durch die Gesamtfläche des Blocks geteilt wurde.
Schutz vor unangenehmen Sinneserfahrungen	Jede angrenzende Straße des Blocks wurde bewertet. 0 Punkte wurden vergeben, wenn die Straße Teil einer Route von nationaler Bedeutung ist; 2 Punkte für eine städtische Hauptstraße; 3 Punkte für eine Nebenstraße; 4 Punkte für eine kleine Nebenstraße. Der spezifische Indikator wurde ermittelt, indem die Gesamtzahl der Punkte durch die Anzahl der angrenzenden Straßen im Block geteilt wurde.
Komfort	
Gelegenheit zum Verweilen und Sitzen	Bewertet wurden die Meter der Straßenlänge, die von saisonalen Straßencafés belegt sind. Der spezifische Indikator wurde ermittelt, indem die Gesamtmetierzahl der Cafés durch den Gesamtumfang des Blocks geteilt wurde.
Begrünter Innenhof	Im Rahmen dieser Studie wurde festgestellt, dass öffentlich zugängliche Parkplätze den Autos dienen und nicht den Menschen, die in der Stadt wohnen. Ein Grundstück in einem Wohnblock mit öffentlichem Parkplatz wird mit -2 Punkten bestraft. -1 Punkt, wenn der Innenhof nur für Autos genutzt wird. 0 Punkte, wenn der Innenhof leer bleibt, ohne landschaftsgestaltende Elemente. 1 Punkt, wenn ein begrünter Innenhof mit Autos vorhanden ist. 2 Punkte für einen begrünter Innenhof ohne Autos. Der spezifische Indikator wurde ermittelt, indem die Gesamtzahl der Punkte durch die Anzahl der Parzellen im Block geteilt wurde.
Vergnügen	
Positive Sinneserfahrungen	Bei diesem Kriterium wird die Straßenbegrünung bewertet. Jede angrenzende Straße wird mit -1 Punkt bewertet, wenn es keine Bäume entlang der Straße gibt und Autos einen Teil des Bürgersteigs einnehmen. 0 Punkte, wenn es auf keiner Seite der Straße Bäume gibt und Autos auf der Straße geparkt sind. 1 Punkt, wenn auf einer Seite der Straße Bäume stehen. 2 Punkte, wenn es auf beiden Seiten der Straße Bäume gibt. Der spezifische Indikator wurde ermittelt, indem die Gesamtzahl der Punkte durch die Anzahl der angrenzenden Straßen im Block geteilt wurde.
Renovierungszyklus von Gebäuden	0 Punkte für verlassene und baufällige Gebäude, die den erforderlichen Renovierungszyklus schon lange hinter sich haben; 2 Punkte für unsanierte Gebäude, die den Renovierungszyklus kurz hinter sich haben, und 3 Punkte für renovierte Gebäude werden vergeben. Der spezifische Indikator wurde ermittelt, indem die Gesamtzahl der Punkte durch die Anzahl der Gebäude im Block geteilt wurde.

Anhang A7 Bewertungskriterien und Schlüsselfragen des Davos Qualitätssystems für Baukultur nach (Amréus et al., 2021)

Kriterien	Schlüsselfragen
Gouvernanz	<ul style="list-style-type: none"> - Sind alle Beteiligten mit dem Konzept der Baukultur vertraut und kümmern sie sich um die Qualität des Ortes? - Gibt es Richtlinien für die Baukultur und ihre Qualität in Form von gesetzlichen Regelungen, Standards, Normen, Strategien, finanziellen oder verfahrenstechnischen Anreizen? - Gibt es eine breite öffentliche Debatte über die Qualität des Ortes, zum Beispiel aufgrund von Wettbewerben, Rezensionen oder anderem? - Ist der Entscheidungsprozess in Bezug auf den Ort partizipativ, für alle betroffenen Personen offen und in allen Phasen transparent? - Verfügen alle Beteiligten (Fachleute und Laien) über die notwendigen Erfahrungen, Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen für die Ausführung ihrer Aufgaben? - Arbeiten die Fachleute in transdisziplinären Teams?
Umwelt	<ul style="list-style-type: none"> - Weist der Ort eine verantwortungsvolle Bodennutzung auf (z. B. in Bezug auf Frei- und Grünflächen, angemessene Dichte und Belegung)? - Fördert der Ort die Biodiversität (Gen-, Arten- und Ökosystemvielfalt)? - Wird der Ort gepflegt und nachhaltig entwickelt; wird dabei das baukulturelle Erbe erhalten und integriert? - Zeichnet sich der Ort durch eine einfache und damit dauerhafte Bauweise, eine langlebige Ausstattung und einen angemessenen Unterhaltsbedarf aus, und werden damit die fünf «R» umgesetzt: refuse, reduce, repair, reuse, recycle (ablehnen, reduzieren, reparieren, wiederverwenden, recyklieren)? - Ist der Ort frei von Verschmutzung und Schadstoffen (z. B. Lärm, Licht, Produkte), die für die Umwelt und die Gesundheit der Menschen schädlich sind? - Beeinflussen Suffizienz sowie fundierte und umfassende wissenschaftliche Studien und Instrumente (z. B. Umweltverträglichkeitsprüfungen) die Entscheidungsfindung in Bezug auf Energieeffizienz oder CO₂-Bilanz (z. B. graue Energie), um die Auswirkungen auf die Umwelt zu minimieren? - Fördert der Ort eine nachhaltige Mobilität?
Vielfalt	<ul style="list-style-type: none"> - Gewährleistet der Ort Menschenrechte wie Gleichberechtigung, Freiheit, Sicherheit und eine gesicherte Existenzgrundlage? - Trägt der Ort durch seine Eigenschaften zu einer lebendigen und gemischten Nutzung bei (z. B. Wohnen, Arbeiten, Freizeit usw.)? - Fördert und bietet der Ort vielfältige, attraktive und komfortable private und öffentliche Räume, die Menschen zusammenbringen? - Fördert der Ort in Bezug auf seine Funktionen eine Durchmischung von Nutzenden (z. B. bezüglich Geschlecht, Alter, Fähigkeiten, Herkunft usw.) und eine vielfältige Gemeinschaft? - Begünstigt der Ort eine gemeinsame Verantwortung für private und vor allem auch öffentliche Räume (z. B. durch partizipative Prozesse, Quartiervereine usw.)? - Verhindert der Ort Segregation, Gentrifizierung und Ghettoisierung in bestimmten Gebieten? - Ist der Ort sozial resilient?
Wirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> - Steigert der Ort seine langfristige Attraktivität als Lebens-, Arbeits-, Freizeit- und/oder Tourismusraum durch die Nähe zu vielfältigen Ressourcen, Einrichtungen und/oder öffentlichen Dienstleistungen? - Haben die Baumaterialien und -methoden einen langen Lebenszyklus, der die Unterhaltskosten reduziert, und ist der Wert des Ortes daher stabil oder steigend? - Ist der Ort auf lange Sicht rentabel?

	<ul style="list-style-type: none"> - Wurden die öffentlichen und privaten Ressourcen unter Berücksichtigung der Kosten für den gesamten Lebenszyklus langfristig (nicht für einen kurzfristigen Gewinn) optimal genutzt? - Trägt die Wirtschaftlichkeit von Gestaltung, Bau und Betrieb zur Erschwinglichkeit des Ortes bei? - Tragen Eigentums- und/oder Investitionsmodelle des Ortes zu lebendigen und vielfältig genutzten Quartieren bei?
Funktionalität	<ul style="list-style-type: none"> - Erfüllt der Ort derzeit seinen Zweck? - Ist der Ort über einen langen Zeitraum funktional und passt er sich wandelnden Bedingungen, Bedürfnissen und Nutzungen an, während er gleichzeitig sein allfälliges baukulturelles Erbe bewahrt? - Ist der Ort für seine Nutzenden gesund und komfortabel im Hinblick auf Gestaltung, Materialien, Licht, Luft, Lärm und andere Faktoren? - Ist der Ort für seine Nutzenden sicher im Hinblick auf Gestaltung, Materialien, Licht und andere Faktoren? - Ist der Ort für alle Menschen einfach zugänglich? Ist der Ort verkehrsarm und kann er zu Fuß oder mit dem Fahrrad erreicht werden?
Schönheit	<ul style="list-style-type: none"> - Hat der Ort eine ästhetische, räumliche und stimmungsvolle Wirkung auf die Betrachtenden? - Fühlen sich die Menschen an dem Ort wohl? Nehmen die Menschen den Ort als schön wahr? - Werden dem Ort spezifische ästhetische Werte zugeschrieben, die formale Qualitäten und die Einbindung in einen komplexen Kontext gleichwertig berücksichtigen? - Trägt die Schönheit des Ortes zum Wohlbefinden und zur Lebenszufriedenheit der Menschen bei?
Genius loci	<ul style="list-style-type: none"> - Zeichnet sich der Ort durch seinen lokalen Charakter, seine Unverwechselbarkeit, Authentizität und Identität aus und begünstigt er so die Verbundenheit der Menschen mit ihm? - Fördert der Ort die Ortsidentität und Ortsverbundenheit und trägt er damit zu einem Zugehörigkeitsgefühl bei? - Weist der Ort Qualitäten auf, die die Natur- und Landschaftsverbundenheit fördern? - Werden lokale und regionale Werte sowie die Geschichte der Gemeinschaft und Einzelpersonen durch Materialität, Gestaltung, Bau und Bewirtschaftung des Ortes respektiert und an zukünftige Generationen weitergegeben? - Ist die Nutzung mit der ökologischen Tragfähigkeit des Ortes vereinbar und wird die Qualität des Raums sowie die Integrität des menschlichen Lebens darin beibehalten oder verbessert? - Trägt der Ort zum räumlichen und sozialen Zusammenhalt bei, indem er soziale Interaktionsmöglichkeiten schafft oder verbessert sowie eine gemeinsame Vision im Hinblick auf Identitäten und Stolz der Bürgerinnen und Bürger stärkt?
Kontext	<ul style="list-style-type: none"> - Wurde der Kontext des Ortes vor der Programmierung des Eingriffs untersucht und gründlich analysiert? - Steht der Ort im Dialog mit der ihn umgebenden offenen Landschaft, der Siedlungskörnung, den Farben und der Materialität und berücksichtigt er klein- und großräumige Besonderheiten? - Werden das baukulturelle Erbe und regionale Besonderheiten (z. B. Einheit von baukulturellem Erbe, bestehender und zeitgenössischer Gestaltung, landschaftlichen Qualitäten) erkannt, erhalten, genutzt und in alle Eingriffe integriert? - Steht die zeitgenössische Gestaltung in respektvollem Dialog mit den Merkmalen des Ortskontexts und bewahrt und verbessert sie die Qualität des Ortes? - Umfasst der Kontext des Ortes einfach zugängliche Grünflächen, wird dadurch die Qualität des Ortes bewahrt und verbessert?

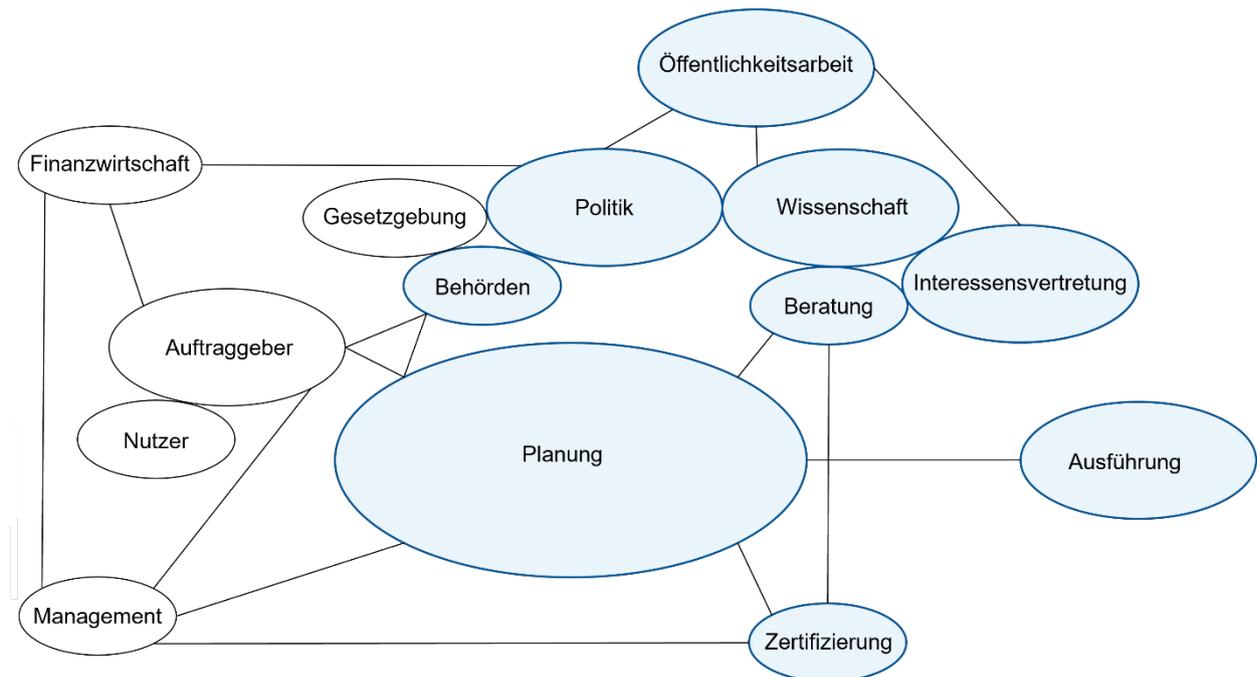
Anhang A 8 Unterstützung für Planende im kulturangepassten Bauen nach Dimensionen der Baukultur

Dimension der Baukultur	Unterstützung für Planende
Charakteristisch gebaute Umwelt einer bestimmten Gemeinschaft in einem bestimmten Gebiet während einer bestimmten Epoche (I)	<ul style="list-style-type: none"> - Untersuchungen der Baukultur als charakteristische gebaute Umwelt einer bestimmten Gemeinschaft in einem bestimmten Gebiet während einer bestimmten Epoche - Gestaltungshandbücher, Bebauungspläne, Städtische Leitbilder
Qualitätsvoller, gestalterischer, ökologischer, ökonomischer, sozialer, technischer und städtebaulicher Umgang mit der gebauten Umwelt (II, III)	<ul style="list-style-type: none"> - Architekturwettbewerbe, Preise, Ausstellungen, Vorbilder - Instrumente der Nachhaltigkeit - Gestaltungshandbücher, Bebauungspläne, Städtische Leitbilder
Bezug zu Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft (IV)	<ul style="list-style-type: none"> - Untersuchungen der Baukultur als charakteristische gebaute Umwelt einer bestimmten Gemeinschaft in einem bestimmten Gebiet während einer bestimmten Epoche - Trendanalysen - Gestaltungshandbücher, Bebauungspläne, Städtische Leitbilder
Gesamte gebaute Umwelt inkl. des öffentlichen Raums (V)	<ul style="list-style-type: none"> - Untersuchungen öffentlicher Raum
Öffentliche Angelegenheit, gesellschaftlicher Prozess (VI)	<ul style="list-style-type: none"> - Bürgerinitiativen, Bürgerbeteiligungen
Werten der Gesellschaft (VII)	<ul style="list-style-type: none"> - Bürgerinitiativen, Bürgerbeteiligungen
Berücksichtigt die Bedürfnisse der Nutzer, steigert die Lebensqualität (VIII)	
Führt zu Wertschätzung und Identifikation der Gebäudenutzer mit der gebauten Umwelt (IX)	<ul style="list-style-type: none"> - Architektursoziologie

Anhang B

Kapitel 3 Empirische Studie zu Bewertungsmethoden des klima- und kulturrangepassten Bauens

Anhang B1 Stakeholderanalyse zur Identifikation der Berufsfelder der zu befragenden Experten in der Interviewstudie nach (Stainer, 2021)



1. AKTIVE STAKEHOLDER = Hauptakteure im Planungsprozess

direkt Beteiligte

setzen die gegebenen Randbedingungen im konkreten Planungsprozess um.

AUFTRAGGEBER

setzt den Planungsprozess in Gang und ist letztendlich Entscheidungsträger für eine klima- und kulturgerechte Bauweise oder vertritt die Belange.

- Bauherr
 - natürliche Person
 - juristische Person
- Bauherrenvertretung
- Nutzer

PLANUNG

wirkt zusammen, um alle Teildisziplinen zu einer klima- und kulturgerechten Bauweise zu vereinen.

- Projektentwickler
- Architekt
 - Entwurfsplaner
 - Ausführungsplaner
 - Generalplaner
- Fachplaner Architektur
 - Innenarchitekten

indirekt Beteiligte

geben auf einer übergeordneten Ebene dem Planungsprozess allgemeine Randbedingungen vor.

POLITIK

fördert klima- und kulturgerechte Bauweisen und dient selbst als Vorbildfunktion.

- Vereinte Nationen
- Europäische Union
- Bund
- Länder
- Kommunen / Landkreise

WISSENSCHAFT

Forschung und Weiterentwicklung von Wissen

- Klima
- Zukunft
- Bau
- Innovation
- Technik / Digitalisierung
- Gesellschaft

Lehre und Weitergabe von Wissen

- Bildungseinrichtungen

- Stadt- / Regionalplaner
- Landschaftsarchitekten
- Fachplaner Ingenieurwesen
 - Bauingenieure / Statiker (Konstruktion)
 - Bauphysiker (Behaglichkeitsanforderungen)
 - Klimaingenieure / Fassadenplaner (Energiekonzept)
 - Gebäudetechniker (Installation, Elektrik, Fördertechnik etc.)
- Fachplaner Ökologie
 - Umweltingenieure
 - Nachhaltigkeitsplaner
 - Ökologen
 - Energieberater

BEHÖRDEN

erteilen die Genehmigung anhand der rechtlichen Vorgaben.

- Bauamt
- Bauaufsicht
- Träger Öffentlicher Belange
 - Denkmalschutz
 - Umweltschutz
 - Naturschutz

- Ausbildung
- Fort- und Weiterbildungen / Messen
- Erziehung (Kindergarten / Schule)
- Architekturvermittlung (Museum)

INTERESSENSVERTRETUNG

wahren die öffentlichen Belange und sind Impulsgeber.

- Berufsständische Körperschaften (Kammern)
- Bundesstiftung Baukultur
- Temporärer Gestaltungsbeirat

ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

ist in den Bauprozess durch Meinungsbildung und Informationsaustausch eingebunden.

- Nachbarn
- Medien (bauspezifisch und fachfremd)
- Bürgerbeteiligung
- Bürgerinitiativen
- Architects4Future
- Tourismus

2. PASSIVE STAKEHOLDER = Nebenakteure im Planungsprozess

direkt Beteiligte

geben im konkreten Planungsprozess spezifische Randbedingungen vor.

GESETZGEBUNG

gibt den rechtlichen Rahmen vor oder vertritt diesen.

- Deutsches Institut für Normung
- Baurecht
- Gebäudeenergiegesetz (GEG)
- HOAI
- Juristen
- Mediatoren

BERATUNG

bei Bedarf von Unabhängigen, die hinzugezogen und um eine Beurteilung gebeten werden.

- Sachverständige
- Gutachter
- Bauhistoriker
- Architektursoziologen
- Kulturwissenschaftler

FINANZWIRTSCHAFT

stellt die finanziellen Mittel bereit und die Wirtschaftlichkeit des Projekts sicher.

- Investoren
- Kreditinstitute
- Versicherungen
- Vermarktung
- Staatliche Mittel und Zuschüsse

indirekt Beteiligte

an den Prozessschritten, die dem Planungsprozess vorausgehen können oder daran anschließen.

PHASE 0

dient dem Austausch von Wissen und der Ermittlung von übergeordneten Zielen, ohne bereits in die Planung einzusteigen.

- Auftraggeber
- Planungsteam
- Ausführungsunternehmen

WETTBEWERB

als im Vorfeld ausgelobtes Verfahren zur Findung qualitativer Ideen und Umsetzung des bestbewerteten Entwurfs.

- Auslober
- Teilnehmer (Konkurrenz)
- Jury

AUSFÜHRUNG

setzen das im Planungsprozess entwickelte Gebäudekonzept um.

- Generalunternehmen
- Handwerker der Gewerke
- Bauprodukthersteller
- Bauteilhersteller
- Baustoffindustrie

MANAGEMENT

dient im Planungsprozess als Organisator und hat eine Kontrollfunktion.

- BIM Manager
- Facility Manager
- Projektsteuerer

ZERTIFIZIERUNG

als unabhängige Qualitätskontrolle vor, während und nach dem Planungsprozess als Nachweis für klima- und kulturgerechte Bauweisen und Bauprodukte.

- DGNB (Auditor)
- LEED
- BREEAM

Anhang B2 Interviewleitfaden nach (Stainer, 2021)

Erläuterung der nachfolgend verwendeten Abkürzungen:

F = Offene Frage; Q = Quantitative Frage

EINSTIEGSPHASE

- F 1. Für die Interviewstudie werden Personen unterschiedlicher Fachrichtungen befragt, die sich mit Architektur auseinandersetzen. Können Sie sich bitte kurz vorstellen, indem Sie Ihre Berufsbezeichnung nennen und Ihre damit verbundenen Aufgaben für das Bauwesen?

HAUPTPHASE 1: MEINUNGSBILD

- F 2. Zunächst würde mich interessieren, wie vertraut Sie persönlich mit klima- und kulturgerechtem Bauen sind. Spielen diese Begriffe in Ihrem Berufsalltag eine Rolle?
- F 3. Ist womöglich eines der beiden Themen relevanter?
- F 4. Können Sie mir bitte ein kurzes Statement geben, was für Sie klima- und kulturgerechtes Bauen ist und folgende zwei Sätze dafür vervollständigen:
„Klimagerechtes Bauen ist ...“
„Kulturgerechtes Bauen ist ...“
- F 5. Im Zeitalter der Globalisierung hat sich weltweit eine klima- und kulturunabhängige Bauweise durchgesetzt, im sogenannten International Style. Wie schätzen Sie die derzeitige Notwendigkeit für klimagerechtes / kulturgerechtes Bauen in Deutschland ein und warum?
- F 6. Was ist Ihr Eindruck, wird klimagerecht bzw. kulturgerecht gebaut?
- F 7. Verzeichnen Sie ein wachsendes Interesse an klimagerechter / kulturgerechter Architektur?
- F 8. Wie würden Sie die Qualität der aktuellen Baukultur in Deutschland insgesamt bewerten?

- Q1. Wie schätzen Sie die Einstellung Ihrer Berufsgruppe gegenüber klimagerechtem Bauen ein?
Q2. Wie schätzen Sie die Einstellung Ihrer Berufsgruppe gegenüber kulturgerechtem Bauen ein?

1 sehr kritisch	2 kritisch	3 eher kritisch	4 teils / teils	5 eher unterstützend	6 unterstützend	7 sehr unterstützend
--------------------	---------------	--------------------	--------------------	-------------------------	--------------------	-------------------------

- Q3. Wie schätzen Sie die Einflussmöglichkeit Ihrer Berufsgruppe hinsichtlich der Klimaanpassungsfähigkeit von Gebäuden ein?
Q4. Wie schätzen Sie die Einflussmöglichkeit Ihrer Berufsgruppe hinsichtlich der Kulturanpassungsfähigkeit von Gebäuden ein?

1 sehr gering	2 gering	3 eher gering	4 mittelmäßig	5 eher hoch	6 hoch	7 sehr hoch
------------------	-------------	------------------	------------------	----------------	-----------	----------------

- F 9. Was meinen Sie, wie wird derzeit vorgegangen, wenn klima- und kulturgerecht gebaut werden soll?
- F 10. Was meinen Sie, was unterstützt die Planer derzeit beim klima- / kulturgerechten Entwerfen? Woran orientieren sie sich oder wie werden Entscheidungen getroffen?
- F 11. Was funktioniert im klima- und kulturgerechten Bauen Ihrer Meinung nach gut und was nicht?
- F 12. Was fehlt an Unterstützung, um Gebäude klima- und kulturgerecht zu bauen?
- F 13. Welche Anreize können dazu beitragen, dass mehr klima- und kulturgerecht gebaut wird?

HAUPTPHASE 2: HERAUSFORDERUNGEN & CHANCEN

F 14. Was denken Sie sind die Herausforderungen bei der Umsetzung des klimagerechten Bauens?

F 15. Was denken Sie sind die Herausforderungen bei der Umsetzung des kulturgerechten Bauens?

F 16. Was gäbe es für Lösungsvorschläge?

Stimmen Sie den folgenden Hypothesen zu?

1	2	3	4	5
stimme überhaupt nicht zu	stimme eher nicht zu	teils / teils	stimme eher zu	stimme voll und ganz zu

- Q5. Der Begriff Baukultur ist derzeit nicht ausreichend und präzise genug definiert
Q6. Der International Style ist das vorherrschende Schönheitsideal in der heutigen Zeit.
Q7. Neue Technologien ermöglichen die einfache Umsetzung klimaangepasster Gebäude.
Q8. Die Baukultur lässt sich schwer erfassen.
Q9. Die Anpassung eines Gebäudes an das Klima lässt sich schwer objektiv bewerten.
Q10. Die Anpassung eines Gebäudes an die Kultur lässt sich schwer objektiv bewerten.
Q11. Die Klimaanpassung ist keine wirklich greifbare Größe, es gibt keine Quantifizierung.
Q12. Die Kulturanpassung ist keine wirklich greifbare Größe, es gibt keine Quantifizierung.

F 17. Welche Chancen sehen Sie im Bau klima- und kulturgerechter Gebäude?

Stimmen Sie den folgenden Hypothesen zu?

1	2	3	4	5
stimme überhaupt nicht zu	stimme eher nicht zu	teils / teils	stimme eher zu	stimme voll und ganz zu

Die Chancen von klima- und kulturgerechtem Bauen sind:

- Q13. Steigende Identifikation mit gebauter Umwelt
Q14. Verringerung von Leerstand und Vandalismus
Q15. Steigerung der Behaglichkeit der Gebäudenutzer
Q16. Höhere gesellschaftliche Akzeptanz von Bauprojekten
Q17. Reduktion des Energiebedarfs im Betrieb
Q18. Reduktion der grauen Energie
Q19. Erreichung eines klimaneutralen Gebäudebestands
Q20. Robustere Lösungen

HAUPTPHASE 3: BEWERTUNGSMETHODEN

F 18. Wie wird Ihrer Meinung nach derzeit sichergestellt, dass Gebäude klimagerecht / kulturgerecht gebaut werden? (Wie wird das überprüft?)

F 19. Können Sie bei Ihrer Arbeit zum einen die Klimaanpassung quantifizieren, also in einer messbaren Größe angeben, und zum anderen die Kulturanpassung als Zahlenwert angeben?

F 20. Kennen Sie spezielle Bewertungstools, um die Klimaanpassung eines Gebäudes zu beurteilen?

Wenn ja:

- Sind die Indikatoren für die Bewertbarkeit ausreichend?
- Findet die Einbindung der Bewertung bereits im Planungsprozess statt?
- Wird bei Fertigstellung des Gebäudes überprüft, ob es tatsächlich an das Klima und die Kultur angepasst ist?

F 21. Kennen Sie spezielle Bewertungstools, um die Kulturanpassung eines Gebäudes zu beurteilen?

Wenn ja:

- Welche Tools sind das?
- Sind die Indikatoren für die Bewertbarkeit ausreichend?
- Findet die Einbindung der Bewertung bereits im Planungsprozess statt?
- Wird bei Fertigstellung des Gebäudes überprüft, ob es tatsächlich an das Klima und die Kultur angepasst ist?

F 22. Welche Anforderungen gäbe es (noch) an eine solche Bewertung?

Stimmen Sie zu, dass folgende Anforderungen für die Bewertbarkeit der Klima- und Kulturanpassung erfüllt sein müssen?

1 stimme überhaupt nicht zu	2 stimme eher nicht zu	3 teils / teils	4 stimme eher zu	5 stimme voll und ganz zu
--------------------------------	---------------------------	--------------------	---------------------	------------------------------

- Q21. Es muss berücksichtigt werden, dass in jeder Region andere kulturelle Einflüsse relevant sind.
 Q22. Die zu bewertenden Größen müssen an jedem Standort angepasst werden.
 Q23. Eine Priorisierung der baukulturellen Anforderungen ist wichtig.
 Q24. Die Methode sollte ganzheitlich sein und ebenfalls Aspekte der Nachhaltigkeit berücksichtigen.
 Q25. Die Bewertung sollte einen nutzerzentrierten Ansatz berücksichtigen.
 Q26. Die Methode sollte anwenderfreundlich sein.
 Q27. Die Methode sollte auch von Laien anwendbar sein.

Stimmen Sie den folgenden Hypothesen zu?

1 stimme überhaupt nicht zu	2 stimme eher nicht zu	3 teils / teils	4 stimme eher zu	5 stimme voll und ganz zu
--------------------------------	---------------------------	--------------------	---------------------	------------------------------

- Q28. Es fehlt die Möglichkeit zur Quantifizierung der Klimaanpassung.
 Q29. Es fehlt die Möglichkeit zur Quantifizierung der Kulturanpassung.
 Q30. Es fehlt eine Methode zur objektiven Bewertung der Klimaanpassung.
 Q31. Es fehlt eine Methode zur objektiven Bewertung der Kulturanpassung.

HAUPTPHASE 4: FORSCHUNGSANSATZ

→ *Vorstellung des Forschungsansatzes zur Bestimmung der Klima- und Kulturperformanz von Gebäuden durch den Interviewer*

- F 23. Was halten Sie von dieser Bewertungsmethode?
 F 24. Welche Stärken hat diese Methode?
 F 25. Wo sehen Sie Schwächen?
 F 26. Haben Sie Verbesserungsvorschläge zu dem Bewertungsentwurf?
 F 27. Gibt es Indikatoren, die zu wenig beachtet werden? Was fehlt Ihnen?
 F 28. Welche Randbedingungen müssen im Forschungsansatz beachtet werden, damit die Bewertung funktioniert?
 F 29. Könnten Sie sich vorstellen, dass die Bewertungsmethode im Planungsprozess eingesetzt wird?
Wenn ja: wo würden Sie einen Anwendungsfall bei Ihnen sehen?
Wenn nein: warum nicht?

Stimmen Sie den folgenden Hypothesen zu?

1 stimme überhaupt nicht zu	2 stimme eher nicht zu	3 teils / teils	4 stimme eher zu	5 stimme voll und ganz zu
--------------------------------	---------------------------	--------------------	---------------------	------------------------------

- Q32. Die Methode liefert einen wertvollen Beitrag im klima- und kulturgerechten Bauen.
 Q33. Die Methode ermöglicht eine objektive Bewertung.
 Q34. Die Methode berücksichtigt die notwendigen Aspekte.
 Q35. Die Methode stellt einen ersten Schritt in die Richtung Quantifizierung und Bewertung der Klima- und Kulturanpassung dar.
 Q36. Die Methode kann sinnvoll in der Praxis eingesetzt werden.
 Q37. Für die Methode ist eine ausreichende Datengrundlage vorhanden.

Wie beurteilen Sie die allgemeine Anwendbarkeit der vorgestellten Bewertungsmethode?

Die Methode ist: (Mehrfachnennung möglich)

- **zielführend**

- **effizient**
- **zu aufwendig**
- **ganzheitlich**
- **anwenderfreundlich**
- **zu komplex**

F 30. Könnte sich durch den Einsatz dieser Bewertungsmethode etwas Grundlegendes im Ablauf des Bauprozesses im klima- und kulturgerechten Bauen ändern?

ABSCHLUSSPHASE

F 31. Was ist Ihre Prognose für die weitere Entwicklung? Wird die Relevanz zunehmen beim klima- und kulturgerechten Bauen zunehmen?

F 32. Gibt es ein gebautes Beispiel in Deutschland, das Ihnen spontan als besonders gelungen zum Thema klima- und kulturgerechtes Bauen einfällt?
Wenn ja: Warum sehen Sie das so?

F 33. Gibt es von Ihrer Seite aus noch etwas, das im Interview nicht angesprochen wurde, Sie aber gerne noch hinzufügen möchten?

Anhang B3 Definition der Begriffe klima- und kulturangepasstes Bauen

Klima- und kulturgerechtes Bauen ist:

1. In der heutigen Zeit sehr wichtig, weil unsere Ressourcen endlich sind.
2. Klima- und kulturgerechtes Bauen ist die Art des Planungsprozesses, um Gebäude mit den Randbedingungen, die eine Klimaregion an das Gebäude stellt, optimal umzusetzen und gleichzeitig sämtliche Randbedingung, die der Kultur oder des Kulturraums entspricht, in dem sich das Gebäude befindet, ebenfalls zu berücksichtigen.
3. Klimagerechtes Bauen ist nachhaltige Rohstoffe zu verwenden, kulturgerechtes Bauen ist den Charakter der Umgebung zu erhalten, aber dennoch neue Wege zu gehen.
4. Klimagerechtes Bauen ist landes- oder in einem Land regionsspezifisch auf die klimatischen Gegebenheiten einzugehen und dementsprechend energetisch korrekt zu bauen. Kulturgerechtes Bauen ist die althergebrachten Stile, die es in einem Land und dann wieder in den Regionen im Land gibt, zu pflegen und aufrechtzuerhalten. Aufrechtzuerhalten unterstrichen.
5. Klimagerechtes Bauen ist eine unbedingte Notwendigkeit, ohne das geht es nicht weiter. Kulturgerechtes Bauen ist vor allen Dingen Kontext. Also wenn europäische ArchitektInnen oder überhaupt westliche ArchitektInnen in anderen kulturellen Kontexten bauen, dann ist das eine Notwendigkeit, auf die ich in meiner Forschungsarbeit hinweisen möchte. Also da geht es darum, was verändern wir eigentlich in anderen Kulturen? Zum Beispiel in China, wenn europäische Architekturbüros durch den großen Stil beteiligt sind, oder in der Mongolei ist es noch viel gravierender. Bei der Ansiedlung der Nomaden helfen europäische ArchitektInnen mit, ohne sich bewusst zu machen, was das eigentlich gesellschaftlich bedeutet. Darum geht es mir.
6. Klimagerecht als Begriff schwierig, eher climate-responsive; Klimagerechtes Bauen ist das Verständnis des lokalen Klimas und die Interaktion von Räumen mit diesem Klima im Sinne einer hohen Aufenthaltsqualität bei minimalem Ressourcenverbrauch. Kulturgerechtes Bauen ist das Verständnis der lokalen Kultur und den Beitrag, den Architektur in diesem Kontext zu leisten vermag.
7. Klimagerechtes Bauen ist ja zwingend notwendig. Ich meine, das ist unsere dritte Haut, die Gebäude und natürlich müssen wir auf das Klima Rücksicht nehmen. Das ist ja die Aufgabe der dritten Hülle. Vielleicht entsteht das kulturgerechte Bauen auch in gewisser Weise automatisch durch die Materialien, die im Umfeld vorhanden sind, durch die Menschen, die das halt planen, die halt auch aus einem gewissen Kulturkreis kommen. Und das, was sie im Umfeld sehen und was die um sich herum haben, dass sie demnach dann halt auch bauen.
8. Klimagerechtes Bauen ist das Bauen, angepasst an die jeweiligen Klimabedingungen in der Region, in der das Gebäude der umbaute Raum steht. Kulturgerechtes Bauen ist das in die jeweilige Kultur eingebettete Gebäude. Ein Gebäude, das in die jeweilige Kulturregion hineinpasst, was auch immer das bedeutet. So ganz definiert ist der Begriff Baukultur noch nicht.
9. Klimagerechtes Bauen ist darauf zu achten, dass unsere Nachkommen nicht mit Altlasten zu tun haben. Kulturgerechtes Bauen ist ein schwieriges Thema.

10. Klimagerechtes Bauen ist ein Gebäude so zu entwerfen und dann auch zu detaillieren, dass man möglichst wenig Gebäudetechnik und externe Energieversorgung für das Gebäude braucht und dennoch ein komfortables Raumklima für die Bewohner sicherstellt. Kulturgerechtes Bauen ist eine Art zu bauen, wie es über Generationen sich in dem Land entwickelt hat. Und dazu zählt nicht nur das Aussehen von einem Gebäude, sondern auch die Bautechnik und die Raumaufteilung. Es ist zum Beispiel, ob ein Gebäude sich nach außen öffnet, das ist bei uns der Fall. Oder nach innen öffnet, das ist zum Beispiel im Irak und im Iran der Fall. Die haben so geschlossenen Höfe. Und wenn man jetzt beim kulturgerechten Bauen den Leuten sagt, im Iran und Irak, ihr müsst nach außen große Glasflächen machen, dann fühlen sich die nicht wohl dabei. Das machen aber viele, weil sie modern sein wollen. Und das kulturgerechte Bauen geht eben darauf ein, wie die Menschen gewohnt sind zu leben. Und die Gestaltung ist nur ein Teil. Das ganze Leben ist im Prinzip dadurch beeinflusst, die Abläufe. [...] was die Amerikaner zum Beispiel sehr stark machen. Wir als Deutsche machen das ganz wenig.
11. Klimagerechtes Bauen ist ein Gebäude nachhaltig zu erstellen (Baumaterialien, Energieaufwand für die Herstellung der einzelnen Bauprodukte über die entsprechende Anwendung, Zusammensetzung, Entsorgung) Das ist eigentlich der Kreislauf, der zu betrachten ist. Kulturgerechtes Bauen ist: geografische Unterschiede, gewisse Kulturkreise, gewisse Vorstellungen, wie man Gebäude bauen will und soll, und das hat natürlich die verschiedensten Einflüsse. [...]z. B. im Oberland irgendwelche Malereien, Lüftmalereien oder Sonstiges, also, das eine Bedeutung hat, was mir aber nicht so ganz klar ist.
12. Klimagerechtes Bauen ist CO₂-neutrales Bauen. Wahrscheinlich gibt es kein klimaneutrales Bauen, da Bauen immer einen Verbrauch darstellt.
Kulturgerechtes Bauen ist für den jeweiligen Ort und die jeweiligen Menschen mit den richtigen Materialien angemessen zu bauen. [...] Ich denke, man muss schon diese Traditionsaspekte mitberücksichtigen. Das Wichtigste ist wirklich, dass man vom Material und dem Ort ausgehend für die jeweilige Nutzung und die Nutzer die richtige Wahl trifft.
13. Klima- und kulturgerechtes Bauen ist eine selbstauflösende Fragestellung (ein Zirkelschluss)
14. Klimagerechtes Bauen ist in der heutigen Zeit eine wichtige Herausforderung, der wir uns stellen müssen. Dabei geht es zum einen um die Planung an das vorherrschende Klima und zum anderen auf das zukünftige Klima anzupassen, sodass wir keine Verschlechterungen hervorrufen, im besten Fall Verbesserungen bewirken können. Kulturgerechtes Bauen ist die Berücksichtigung der verschiedenen Bedürfnisse. (Z. B. Rücksichtnahme bei Raumakustik auf Personengruppen mit Höreinschränkungen, regionale Unterschiede in der thermischen Behaglichkeit). Da können wir nicht auf die ganze Welt einen Standard übertragen, sondern müssen Rücksicht nehmen, was da für Befindlichkeiten vorherrschen.
15. Klimagerechtes Bauen ist, dass ich mit möglichst gegebenen regionalen Ressourcen das Gebäude an sich schon so baue, dass es möglichst im Gleichgewicht ist. Das heißt, dass ich Heizperioden verkürze und einen Grundkomfort schaffe, möglichst mit nachhaltigen Ressourcen und lokalen Energiegewinnen. Einen Grundkomfort, den aber die Personen, die Nutzer auch steuern

können für sich, dass sie da nicht ausgeliefert sind und dass ich wenig Energie brauche, um hier die restliche Energie zu steuern und möglichst regional nachhaltig erzeuge. Durchaus auch im Verbund im Quartier, dass ich hier überschüssige Wärme von einem zum anderen nutze. Das wäre ein solidarisches Konzept, was für Toleranz und Nachbarschaftshilfe irgendwo verständigen würde. Kulturgerechtes Bauen ist nicht nur die Optik. Man bezieht es auf die Optik. Kulturgerechtes Bauen ist der soziale Lärm und das Zusammenleben, ein Annehmen der Nachbarschaft.

16. Klimagerechtes Bauen ist die Berücksichtigung der klimatischen Verhältnisse in Verbindung mit den realisierbaren Baumethoden. Und es lässt sich aus der Geschichte des klimagerechten Bauens sehr viel lernen. (passive Methoden wie zweischaliges Bauen, Querlüftung) Ja und wie gesagt, die verschiedenen Klimazonen zu berücksichtigen, was normalerweise schon aus der Tradition bewusst oder unbewusst in Architektur schon passiert ist und teilweise in Vergessenheit geraten ist. [...] Kulturgerechtes Bauen: Baukultur als Begriff erst seit ca. 20 Jahren in Deutschland etabliert. Andere Länder in Europa kennen den Begriff nicht, Kulturgerechtes Bauen ist im Kontext der jeweiligen Stadt oder des Dorfes oder der Kleinstadt oder des Quartiers zu sehen, was Rücksicht nimmt auf die gewachsenen Strukturen. Nicht um was konservativ zu erhalten, aber nicht, um aus der Rolle zu fallen. Also ein Haus, sagte mal eine kluge Frau, muss sich benehmen. Es darf nicht zu exzentrisch, auffällig sein. Sondern die Kultur ist eigentlich eine Kultur der Gemeinschaft und von allen und nicht eines Einzelnen, der seine Kulturansicht da unbedingt durchsetzen will. Sondern ein ganz sozialer Vorgang, der den Augen des Betrachters genügen muss und nicht des Schöpfers. Nämlich ein Gebäude oder die äußere Hülle eines Gebäudes ist immer die Welt des Betrachters von außen.
17. Klimagerechtes Bauen ist die richtige Lösung für den Ort finden und die Standortfaktoren zu berücksichtigen (damit muss man sich sehr gut beschäftigen) Die Individualität entsteht aus der Nutzung. Also Ort und Nutzung. Kulturgerechtes Bauen: sehr schwierige Frage, Kulturelles sind Soft Facts, Klima sind Hard Facts. Kultur ist nicht messbar, was ist kulturgerecht? Es hat sehr viel mit individuellen Dingen zu tun. Wenn man eine Ergänzung für ein Denkmal realisiert, dann kann man sich darüber streiten, ob das jetzt angemessen ist. Kulturgerecht bauen kann anpassend sein, kann aber genauso gut andersherum sein. Leuchtturmprojekte, die ganz anders sind und sich bewusst absetzen von allem, was im Kontext steht, weil es für diesen Zweck auch passt, weil es funktioniert. Architektur ist sehr modisch und sucht immer Begründungen, die das Thema der Kulturgerechtigkeit vielleicht dann abbilden.
18. Klimagerechtes Bauen sollte jedes Bauen sein, Kulturgerechtes Bauen sollte alles Bauen sein, denn Architektur ist Baukultur.
19. Klimagerechtes Bauen ist das Bauen, das den Menschen ein rundherum Wohlgefühl gibt. Dass er sich in seinem Umfeld, seinem Klima, seinem Gebäude mit möglichst vielen natürlichen Einflüssen umgeben kann und sich in diesem Klima wohlfühlt, körperlich, seelisch, in jeder Beziehung. Bei dem kulturgerechten Bauen könnte ich Ihnen keine Definition nennen, leider nicht.
20. Klimagerechtes Bauen ist: Eine klimatische Anpassung verlangt zunächst mal Anpassung an die naturräumlichen Faktoren einer Region. Da natürlich die entsprechende baustoffliche Anpassung.

Aber natürlich nicht nur sozusagen an Makro-Klimazonen, sondern auch Mikro-Klimazonen in Verbindung mit den Faktoren Nachhaltigkeit. Kulturgerechtes Bauen ist eine Bauweise, die die Sozialdynamik einer Gesellschaft versteht. Das ist die absolute Grundlage, auf der man alles andere aufbauen kann und das vielleicht auch muss. Zum sozialen Gefüge einer Gesellschaft gehört zum Beispiel das spirituelle Verständnis einer Gesellschaft. Da hat man einen gewissen Widerstand. Und ich würde aber einfach sagen, in die Sozialdynamik und das spirituelle Leben einer Gesellschaft ist etwas, das man im Akkulturationsprozess der Bauprozesse sozusagen mit einbeziehen muss.

21. Klimagerechtes Bauen ist Bauen unter Berücksichtigung der örtlichen und der regionalen Klimaverhältnisse, also Witterungsverhältnisse und der Gegebenheiten, was Materialien, regionale Materialien zum Beispiel anbelangt. Kulturgerechtes Bauen sind religiöse Bauten, die viel mit Kultur zu tun haben, sind öffentliche Bauten, Museen, Schulen, auch das Wohnen, auch das Leben, wie wir leben.
22. Klimagerechtes Bauen ist die klimatische Berücksichtigung von Standortbedingungen, je nachdem, wo ein Gebäude errichtet wird. Kulturgerechtes Bauen ist, wenn ich ein Gebäude in einem anderen Kulturkreis errichten möchte und die Kultur dort berücksichtige. (Religiöse Aspekte, traditionelle Bauweisen oder traditionelle Lebensweisen, zum Beispiel Innenhöfe) Also ich tue mich schwer mit so einer eindeutigen Definition.
23. Klimagerechtes Bauen steht im Einklang mit den Bedürfnissen zukünftiger Generationen und auch den Bedürfnissen der Ressourcennutzung zukünftiger Generationen. Klimagerecht bedeutet, dass ein Gebäude unterschiedliche Klimata aushält. Jede Gesellschaft bekommt so ein bisschen die Architektur, die sie verdient. Und wenn die Gesellschaft so wie jetzt vorsichtig und rückwärtsgewandt ist, dann bekommt sie auch eine vorsichtige und rückwärtsgewandte, nicht zukunftsoptimistische Architektur. Baukultur ist der Ausdruck einer Gesellschaft und man den Zustand der Gesellschaft an dem Gebauten ablesen kann. In den sechziger und Siebzigerjahren war dieser Zukunftsoptimismus, der in München zum Beispiel herrschte, machte das Olympiastadion erst möglich, ein absolut fröhliches Bauwerk, ein optimistisches Bauwerk ohne Ende. Kulturgerechte Architektur spiegelt den Zustand einer Gesellschaft wider. Wobei Architektur nie modisch sein darf, sondern nur modern. Das heißt, diese Kurzfristigkeit der modischen Architektur ist ganz gefährlich, moderne Architektur ist ganz wichtig. Also Baukultur ist wirklich ein komplexes Thema, was man in einem Satz nicht so gut beschreiben kann. Ein Teil von Baukultur ist, wenn man sehen kann, dass das Gebäude mit dem Klima in Einklang ist. Klima- und kulturgerecht ist im Sinne der Dauerhaftigkeit und Robustheit nachhaltig
24. Klimagerechtes Bauen ist, wenn es möglich ist, alles zu geben, was die Technik zulässt, um die Umwelt und die Materialressourcen zu schonen. Kulturgerechtes Bauen ist, wo es möglich ist, keine Gebäude zu entwickeln und zu entwerfen oder das gemeinsam mit den Architekten zu tun, die nur eine Modeerscheinung sind und nicht für eine architektonische Nachhaltigkeit stehen können.

25. Klimagerechtes Bauen wird oft mit energiesparendem Bauen gleichgesetzt, aber das ist nicht dasselbe. Klimagerechtes Bauen ist ein an die lokalen Bedingungen angepasstes Gestaltungs- und Konstruktionskonzept. Kulturgerechtes Bauen ist ein an die lokale Kultur angepasstes Gestaltungs- und Baukonzept. Und Kultur ist nicht gleich Klima, auch wenn es vielleicht Zusammenhänge gibt dazwischen.
26. Klimagerechtes Bauen ist, wenn die Natur das wiederbekommt, was man ihr nimmt, und die Menschen auf der Welt, also auch die Tiere dann eine absolut lebenswerte Umwelt haben, indem sie weder körperlich noch seelisch zu Schaden kommen. Kulturgerechtes Bauen ist eigentlich das Gleiche: der Kultur gerecht zu werden, das heißt auf dem Zwischenmenschlichen. Da geht es um Emanzipation und Gleichstellung, um Integration, um die ganzen Parameter, dass man auch so mit der Kultur umgeht, dass die Leute verstehen, warum man etwas tut. Das heißt, dass die Kultur keine Elitenkultur ist, sondern die Kultur eine Kultur ist, die Leuten selbst für sich spüren, vereinbaren und auch leben.
27. Klimagerechtes Bauen ist die Baukörper und öffentliche Plätze entsprechend den klimatischen Gegebenheiten eines Ortes zu gestalten. Also mit Sonnenstand, Verschattung und Temperaturschwankungen umzugehen und das in die Gestaltung mit einzubeziehen. Kulturgerechtes Bauen ist die funktionalen Aspekte eines Gebäudes oder eines Quartiers mit gut gestalteten Antworten umzusetzen. Baukultur kommt aus dem Wissen um Umgang mit Material und Klima.
28. Klimagerechtes Planen und Bauen ist eine Fokussierung auf Reduktion des Ressourcenverbrauchs und des Ausstoßes von CO₂ und anderen klimaschädlichen Gasen, um der Menschheit zu ermöglichen, auch in Zukunft noch bauen zu können. Es geht darum, Ressourcen zu schonen, den Bestand zu schonen, die Graue Energie mit in die Betrachtung einzunehmen. Städte, Regionen und Landschaften so zu konzipieren, dass Verkehr minimiert wird, ohne dass die Menschen auf Mobilität verzichten müssen. Und dass natürlich die Städte so gebaut werden, dass sie dann resilient sind. Auch wenn das Klima sich verändert, dass man trotzdem in den Landstrichen leben kann. Es hat auch was damit zu tun, dass menschliche Verhaltensweisen sich verändern müssen: andere ökonomische Betrachtungsweisen, Anstieg des Wohnraums pro Person kritisch betrachten. Gemeinschaftsflächen, Verkehr mehr in Sharing Economy Modelle, Job-Sharing in der Arbeit? Kulturgerecht: Quartiere und Städte sind kulturell resilient, Mensch als Betrachtungsebene, Umwelt im Fokus, kulturelle und regionale bauliche Besonderheiten werden berücksichtigt.
29. Klimagerechtes Bauen ist nicht nur energieoptimiertes Bauen, sondern es ist die ganzheitliche Betrachtung aller Umweltwirkungen, die entsprechend beim Bauen entstehen und betrachtet werden sollen. Kulturgerechtes Bauen ist die Rückbesinnung auf die alten Bauweisen und auf diese traditionellen Themen, die schon seit Jahrhunderten gelten und in der Richtung wir uns immer mehr wieder ausrichten sollten.
30. Baukultur ist, wie Churchill es ausgedrückt hat: Erst formen wir unsere Räume, dann formen sie uns' und wenn das nicht der Kultur entspricht, läuft alles schief. Klimagerechtes Bauen ist im Prinzip das gleiche: den Blick zurück auf die autochthone Architektur, 'Architektur ohne Architekten', regionales Bauen, ein Bauen mit den regionalen Materialien, Ausrichtung am Klima.

31. Klimagerechtes Bauen ist ressourceneffizientes Bauen, das sich auf Klima, das sich auf CO₂-Vermeidung fokussiert, und Bauweisen, die den bevorstehenden Klimawandel antizipieren. Das heißt Erhitzung, Starkregenereignisse und bis hin zu Starkwetter-Ereignissen in der Bauweise antizipieren. Kulturgerechtes Bauen in unserem Kreis ist sozusagen Bauen für die europäische Stadt.

Anhang C

Kapitel 5 Bewertungsmethode zum klima- und kulturangepassten Bauen

Checkliste der Baukultur

Baukulturelles Kriterium	Merkmal	
Gesellschaft	Ethnien	
	Religionen/Glaube	
	Human Development Index (HDI) 1990; 2017; Anstieg um [%]; Weltrang	
	Staatsform	
Bauweise	Gebäudeanordnung	
	Architektonischer Stil	
	Verwendete Baustoffe	
	Konstruktionsweise	
Ornamentik	Normen und Vorschriften	
	Gestalterische Elemente	
	Historische Elemente	
	Religiöse/Spirituelle Elemente	
Farbgestaltung	Farbgestaltung	
	Raumstruktur	Grundriss
		Raumanordnung vertikal
		Raumkonzept
Groß-/Kleinräumlichkeit		
Flexibilität		
Wohntrend		
Familienstruktur	Großfamilien-/Singlehaushalte	

Privatsphäre	Öffentlichkeit/Privatheit
	Lichtgestaltung

Standard	Ausstattung
----------	-------------

Technologisierung	Smart Home
	Informationstechnik

Kommunikationsstruktur	Linienführung
	Begegnungsräume

Sicherheit	Zäune
	Überwachungseinrichtungen

...	...
-----	-----

Anhang D

Kapitel 6 Anwendung der Bewertungsmethode

Anhang D1 Daten zur Ermittlung der Ökonomie am Standort München, Deutschland

D1.1 Datenquelle Baukosten und prozentuale Anpassung Bürogebäude nach (Franze, 2021)

Datenquelle Baukosten	Baupreisindex zum Zeitpunkt der Quelle	Baupreisindex 2021	Prozentuale Änderung
(Heckeke, 2009)	88,7	125,4	41%
(Röhlen & Ziegert, 2020)	89,8	125,4	40%
(Pistohl et al., 2016)	102,2	125,4	23%
(LEGEP Software GmbH, 2019)	115,0	125,4	9%
(BKI Baukosten 2020 Neubau, 2020; SirAdos Baupreishandbuch 2020 Neubau, 2020)	116,8	125,4	7%
(SirAdos Baupreishandbuch 2021 Gebäudetechnik, 2021)	125,4	125,4	0%

D1.2 Datenquelle Nutzungskosten nach Kostenart nach (Franze, 2021)

Kostenart	Datenquelle
Reinigungskosten	(DGNB e.V., 2018b)
Wartungs- Inspektions-, Bedienungs- und laufende Instandsetzungskosten	(Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) Büro- und Verwaltungsgebäude BNB_BN 1.2.3., 2015)
Wartungs-, Inspektions-, Bedienungs- sowie der regelmäßigen Instandsetzungskosten der technischen Anlagen	(TGA-Kosten Betreiben 2013: Ermittlung der Kosten für das Betreiben von technischen Anlagen in öffentlichen Gebäuden, 2013)
unregelmäßigen Instandsetzungen	(Nutzungsdauern von Bauteilen für Lebenszyklusanalysen nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB), 2017)

D1.3 Baukosten klimaangepasstes Gebäudemodell A nach (Franze, 2021)

Baukosten	Minimalkosten [€]	Durchschnittskosten [€]	Maximalkosten [€]
Baukonstruktion	2.542.240,55	2.949.164,43	3.377.271,07
Technische Anlagen	1.152.037,81	1.557.887,94	2.278.204,21
Gesamtkosten	3.694.278,37	4.507.052,37	5.655.475,28

D1.4 Nutzungskosten klimaangepasstes Gebäudemodell A nach (Franze, 2021)

Lebenszykluskosten	Minimalkosten [€]	Durchschnittskosten [€]	Maximalkosten [€]
Wartungs- und Inspektionskosten	731.842,84	965.683,33	1.361.865,12
Laufende Instandsetzungskosten Baukonstruktion	514.450,52	596.796,07	683.428,19
Laufende Instandsetzungskosten TGA	643.309,98	867.285,33	1.259.985,57
Reinigungskosten	2.515.249,62	2.515.249,62	2.515.249,62
Ersatzinvestitionskosten Baukonstruktion	1.690.979,80	1.977.365,69	2.282.710,85
Ersatzinvestitionskosten TGA	1.356.227,22	1.850.790,37	2.665.455,85
Strom- und Medienkosten	1.273.898,97	1.273.898,97	1.273.898,97
Gesamtkosten	8.725.958,95	10.047.069,39	12.042.594,17

D1.5 Baukosten klimaangepasstes Gebäudemodell B nach (Franze, 2021)

Baukosten	Minimalkosten [€]	Durchschnittskosten [€]	Maximalkosten [€]
Baukonstruktion	3.184.999,50	4.281.880,98	5.408.981,89
Technische Anlagen	938.569,13	1.262.973,26	1.905.205,61
Gesamtkosten	4.123.568,63	5.544.854,24	7.314.187,50

D1.6 Nutzungskosten klimaangepasstes Gebäudemodell B nach (Franze, 2021)

Lebenszykluskosten	Minimalkosten [€]	Durchschnittskosten [€]	Maximalkosten [€]
Wartungs- und Inspektionskosten	634.490,37	860.441,76	1.250.050,15
Laufende Instandsetzungskosten Baukonstruktion	644.519,91	866.486,02	1.094.567,37
Laufende Instandsetzungskosten TGA	494.735,53	664.853,56	1.004.978,64
Reinigungskosten	1.989.481,78	1.989.481,78	1.989.481,78
Ersatzinvestitionskosten Baukonstruktion	888.231,03	950.774,97	1.050.773,21
Ersatzinvestitionskosten TGA	1.114.854,93	1.517.325,86	2.243.700,65
Strom- und Medienkosten	1.119.550,85	1.119.550,85	1.119.550,85
Gesamtkosten	6.885.864,40	7.968.914,81	9.753.102,66

Anhang D2 Daten zur Ermittlung der Ökologie und Ökonomie am Standort Vargo, Norwegen

D2.1 Standardwerte für die Materialberechnung mit One Click LCA nach (Rosport, 2021)

- Technische Lebensdauer (identisch für das gleiche Material egal, wo es im Gebäude verbaut ist)
- Region „Nordic“ für die Transportentfernungswerte der Materialien
- Methode v1.0 für die Lokalisation der Materialherstellung
- Region „Norwegen“ mit dem Stromprofil „IEA2018 – Electricity, Norway“ als Lokalisationsziel der Materialherstellung
- „Material-locked“ als End of life Kalkulationsmethode

D2.2 Datenquelle Baukosten und prozentuale Anpassung Wohngebäude nach (Franze, 2021)

Quelle	Baupreisindex zum Zeitpunkt der Quelle	Baupreisindex 2021	Prozentuale Änderung
(Heckeke, 2009)	89,2	125,2	40%
(Pistohl et al., 2016)	102,1	125,2	23%
(LEGEP Software GmbH, 2019)	114,6	125,2	9%
(BKI <i>Baukosten 2020 Neubau</i> , 2020; SirAdos <i>Baupreishandbuch 2020 Neubau</i> , 2020)	116,4	125,2	8%
(SirAdos <i>Baupreishandbuch 2021 Gebäudetechnik</i> , 2021)	125,2	125,2	0%

D2.3 Datenquelle Nutzungskosten nach Kostenart nach (Franze, 2021)

Kostenart	Datenquelle
Reinigungskosten	(DGNB e.V., 2018b)
Wartungs- Inspektions-, Bedienungs- und laufende Instandsetzungskosten	(<i>Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) Büro- und Verwaltungsgebäude BNB_BN 1.2.3.</i> , 2015)
Wartungs-, Inspektions-, Bedienungs- sowie der regelmäßigen Instandsetzungskosten der technischen Anlagen	(<i>TGA-Kosten Betreiben 2013: Ermittlung der Kosten für das Betreiben von technischen Anlagen in öffentlichen Gebäuden</i> , 2013)
unregelmäßigen Instandsetzungen	(<i>Nutzungsdauern von Bauteilen für Lebenszyklusanalysen nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB)</i> , 2017)

D2.4 Baukosten klimaunangepasstes Gebäudemodell A nach (Franze, 2021)

Baukosten	Minimalkosten [€]	Durchschnittskosten [€]	Maximalkosten [€]
Baukonstruktion	628.737,42	755.297,33	895.286,42
Technische Anlagen	166.117,74	220.137,34	272.906,23
Gesamtkosten	794.855,16	975.434,67	1.168.192,65

D2.5 Nutzungskosten klimaunangepasstes Gebäudemodell A nach (Franze, 2021)

Lebenszykluskosten	Minimalkosten [€]	Durchschnittskosten [€]	Maximalkosten [€]
Wartungs- und Inspektionskosten	169.753,36	222.554,47	274.730,05
Laufende Instandsetzungskosten Baukonstruktion	202.255,97	242.968,51	288.001,02
Laufende Instandsetzungskosten TGA	130.299,44	174.536,81	217.172,75
Reinigungskosten	47.641,84	47.641,84	47.641,84
Ersatzinvestitionskosten Baukonstruktion	606.161,21	703.832,93	832.399,98
Ersatzinvestitionskosten TGA	538.917,46	676.924,94	825.717,99
Strom- und Medienkosten	2.604.535,52	2.604.535,52	2.604.535,52
Gesamtkosten	4.299.564,79	4.672.995,01	5.090.199,14

D2.6 Baukosten klimaangepasstes Gebäudemodell B nach (Franze, 2021)

Baukosten	Minimalkosten [€]	Durchschnittskosten [€]	Maximalkosten [€]
Baukonstruktion	652.458,95	757.926,99	878.637,29
Technische Anlagen	197.985,07	263.621,77	329.014,32
Gesamtkosten	850.444,03	1.021.548,76	1.207.651,61

D2.7 Nutzungskosten klimaangepasstes Gebäudemodell B nach (Franze, 2021)

Lebenszykluskosten	Minimalkosten [€]	Durchschnittskosten [€]	Maximalkosten [€]
Wartungs- und Inspektionskosten	213.184,61	275.486,06	337.417,56
Laufende Instandsetzungskosten Baukonstruktion	207.424,61	241.112,28	279.147,59
Laufende Instandsetzungskosten TGA	174.318,23	231.436,50	287.545,21
Ersatzinvestitionskosten Baukonstruktion	150.378,10	158.010,19	189.849,57
Ersatzinvestitionskosten TGA	433.196,56	561.010,68	694.974,35
Strom- und Medienkosten	1.902.020,86	1.902.020,86	1.902.020,86
Gesamtkosten	3.080.522,96	3.369.076,58	3.690.955,14

Anhang D3 Daten zur Ermittlung der Ökologie am Standort Phoenix, Arizona

Quellen der ökologischen Bauteil- und Materialdaten nach (Paccagnel, 2021)

Baustoff / Datensatz	Art der EPD	Quelle der EPD (Aussteller / Inhaber)
Aluminiumrahmen	Hersteller	UL Environment /YKK AP America
Asphalt Schindel	Durchschnittswerte	UL Environment /ARMA ¹
Asphaltgesättigter Filz	Durchschnittswerte	UL Environment /ARMA ¹
Bauschuttzubereitung	Generisch	ÖKOBAUDAT (BMI 2021)
Bauschuttdeponierung	Generisch	ÖKOBAUDAT (BMI 2021)
Beton	Durchschnittswerte	NSF International / NRMCA ²
Flachglas	Durchschnittswerte	ASTM International / NGA ³
Gipskartonplatte	Durchschnittswerte	Athena Institute /Gypsum Association
Glasfaserdämmung	Hersteller	UL Environment /Owens Corning
Holzfasersplatte	Durchschnittswerte	UL Environment /CPA ⁴
Holzrahmen	Durchschnittswerte	CORRIM ⁵ /CORRIM ⁵
OSB-Platte	Durchschnittswerte	CORRIM ⁵ /CORRIM ⁵
Polyethylen, hohe Dichte	Durchschnittswerte	Franklin Associates /ACC Plastics Div. ⁶
Schaumglasdämmung	Hersteller	IBU ⁷ / Pittsburgh Corning Europe
Stahlbewehrung	Durchschnittswerte	ASTM International /CRSI ⁸
Stampflehmwand	Durchschnittswerte	ÖKOBAUDAT (BMI 2021)
Stuck	Durchschnittswerte	ASTM International / PCA ⁹
Teppich	Hersteller	UL Environment /Interface, Inc.
Weichholz Fichte	Durchschnittswerte	CORRIM ⁵ /CORRIM ⁵
XPS	Hersteller	UL Environment /Owens Corning
Zellulosefaserdämmung	Durchschnittswerte	NSF International /CIMA ¹⁰

¹ ARMA = Asphalt Roofing Manufacturers Association,

² NRMCA = National Ready Mixed Concrete Association

³ NGA = National Glass Association

⁴ CPA = Composite Panel Association

⁵ CORRIM = Consortium for Research on Renewable Industrial Materials

⁶ ACC Plastics Div. = American Chemistry Council Plastics Division

⁷ IBU = Institut Bauen und Umwelt e.V.

⁸ CRSI = Concrete Reinforcing Steel Institute

⁹ PCA = Portland Cement Association

¹⁰ CIMA = Cellulose Insulation Manufacturers Association

Anhang D4 Daten zur Ermittlung der Kulturperformanz am Standort München und Hamburg

Anhang D4.1 Kontaktierte Unternehmen für die Umfrage zur Priorisierung der kulturellen Aspekte nach (Reimers, 2021)

Kontaktierte Unternehmen am Standort Hamburg	
Marquard&Bahls Aktiengesellschaft	office@marquard-bahls.com
Oiltanking Deutschland GmbH&Co.KG	marketing@oiltanking-deutschland.de
Zeitgeber Group	info@zeitgeber-group.com
Gebr. Heinemann SE&Co.KG	info@gebr-heinemann.de
HafenCity Hamburg GmbH	info@hafencity.com
DATEV eG	info@datev.de
X-Company GmbH	Bodo@x-company.dk
Lundbeck GmbH	germany@lundbeck.com
New Work SE	info@new-work.se
BP Europa SE	info@de.bp.com
Kobaltblau Management Consultants GmbH, Hamburg	info@kobaltblau.de
Strongermarketing	info@strongermarketing.de
Infinite Fox	kontakt@infinitefox.com
HCZ HafenCityZeitung GmbH	mail@hafencityzeitung.com
OnMaCon GmbH – Agentur für Profuktdatenmarketing	info@onmacon.de

Kontaktierte Unternehmen am Standort München	
Hadi Teherani Consultants München GmbH	info@htc-consultants.de
BFV Service GmbH - Vermarktungsagentur	kontakt@bfv-service.de
B2Sports GmbH&Co.KG	info@b2sports.de
Zausinger GmbH&Co.KG	info@zausinger.de
Wächtler&Kollegen	kanzlei@waechtler-kollegen.de
Dr. Kleeberg&Partner GmbH	muenchen@crowe-kleeberg.de
Steelcase Learning + Innovation Center	info@steelcase.com
MicMacMedia GmbH	info@micmacmedia.tv
Decent Verlag	decent@decent-verlag.de
Copyshop Zentrale	mail@copyshop-zentrale.de
ThunderAds	hello@thunderads.de
Firmenpunkt GmbH	info@firmenpunkt.de
UnitedPartners GmbH	info@unitedpartners.de
achtQuark GmbH	hello@achtquark.com
Ulrich Hoening	info@keyalignment.de

D4.2 Ergebnisse der Kulturanalyse am Standort München nach (Reimers, 2021)

Checkliste Baukultur München - Deutschland		
Baukulturelles Kriterium		Merkmale
Gesellschaft	Ethnien	- 74,0 % Deutsche - 13,6 % Deutsche mit Migrationshintergrund - 12,4 % Ausländer
	Religionen	- 64,2 % Christen - 26,9 % Atheisten - 3,5 % Muslime - 0,7 % Buddhisten - 0,2 % Juden, Hindus, Sikhs - 4,5 % ohne Angabe
	Human Development Index (HDI)	HDI von 0,947, Rang 6 in der Welt
	Staatsform	Demokratischer, parlamentarischer Bundesstaat mit 16 Bundesländern
Architektur	Gebäudeanordnung	Blockrandbebauung mit Innenhöfen
	Architektonischer Stil	- Renaissance - Barock - Antike - Gründerzeit - Postmoderne - Moderne
	Baustoffe	- Naturstein - Backstein <ul style="list-style-type: none"> ▪ Heller Wasserstrichziegel ▪ Rot ▪ Grau
		- Baubronze - verputzte Wand - Sichtbeton - Eichenholz
	Konstruktion	- Massivbauweise - Lochfassade - Pfosten-Riegel-Konstruktionen
	Normen	- Bayrische Bauordnung - Arbeitsstättenverordnung - Technische Regeln für Arbeitsstätten
Gestaltung	Gestalterische/Künstlerische Elemente	- verzierte Geländer - Eingangsportale - Stuckelemente

	Religiöse/Spirituelle Elemente	- in bayerischen Behörden Pflicht eines Kreuzes im Eingangsbereich
Raumstrukturen	Grundrisse	Grundrissgestaltung gemäß Vorgaben der Arbeitsschutzrichtlinien <ul style="list-style-type: none"> - Büro- und Bildschirmarbeitsplätze eignet sich ein Richtwert von 8 bis 10 m² - Berücksichtigung der lichten Höhen
	Raumanordnung	20 % der Fläche eines Geschosses in Kleinräumen für Leitung, Besprechung, Sekretariat, Service und als Reserve, die restlichen 80 % werden als Gruppenraum für 5 bis 16 Personen genutzt.
	Raumkonzept	- Austausch- und Kommunikationsecken - Green-Wall
	Flexibilität	- mobile Wände - Hohlraumboden - Abhangdecken aus Trockenbau
	Bürotrend	- persönliche Bereiche - Bereiche zur Zusammenarbeit - soziale Bereiche - Lernbereiche
Standard	Ausstattung	- mobile Möbel für flexible Arbeitsplätze
	Lichtgestaltung	- dynamische und statische Beleuchtungssysteme <ul style="list-style-type: none"> ▪ warmweiß und tageslichtweiß
	Raumklima	- Temperaturen im Sommer nicht über 25 °C - Sonnenschutz - Luftwechsel
Technologisierung	Ausstattung	- Digitale Infrastrukturen - Räumlichkeiten und digitale Infrastruktur zur digitalen Zusammenarbeit
	Smart Office	- Heizungsregelung durch Sensoren und Reglern - Zeitschaltuhren/-regelungen für Beleuchtung und Kaffeemaschinen - Fahrzeugerkennung Tiefgarage
	Gebäudetechnik und -automation	- Brand- und Rauchmeldesysteme - Alarm-, Einbruch- und Überfallmeldeanlagen - Videoüberwachungsanlagen - Zutrittskontrollsysteme - Maßnahmen gegen Cyberkriminalität

Anhang D4.3 Ergebnisse der Kulturanalyse am Standort Hamburg nach (Reimers, 2021)

Checkliste Baukultur Hamburg - Deutschland		
Baukulturelles Kriterium		Merkmale
Gesellschaft	Ethnien	- 74,0 % Deutsche
		- 13,6 % Deutsche mit Migrationshintergrund
	Religionen	- 12,4 % Ausländer
		- 64,2 % Christen
- 26,9 % Atheisten		
Human Development Index (HDI)	HDI von 0,947, Rang 6 weltweit.	
Staatsform	demokratischer parlamentarischer Bundesstaat mit 16 Bundesländern	
Architektur	Gebäudeanordnung	Blockrandbebauung im feinmaschigen Wegenetz mit Innenhöfen
	Architektonischer Stil	Speicherstadt als städtebaulicher Maßstab
	Baustoffe	- roter/dunkler Backstein
		- Kupfer
		- Zink
Konstruktion	- Sichtbeton	
	- fünf- bis siebengeschossige Gebäude	
	- Massivbauweise	
Normen	- Erdgeschoss ca. 5,0 m hoch	
	- Lochfassade	
	- Hamburgische Bauordnung	
Ornamentik	Historische Elemente	- Technische Regeln für Arbeitsstätten
		- Elemente der alten Hafenwirtschaft wie beispielsweise alte Lastenaufzüge oder Schiffsschrauben
	Gestalterische/Künstlerische Elemente	- Metallgeländer
Religiöse/Spirituelle Elemente	Verzierungen durch Vor- und Rücksprünge mit Klinkersteinen	
		/
Raumstrukturen	Grundrisse	Grundrissgestaltung gemäß Vorgaben der Arbeitsschutzrichtlinien
		- Büro- und Bildschirmarbeitsplätze eignet sich ein Richtwert von 8 bis 10 m ²
		- Berücksichtigung der lichten Höhen

	Raumanordnung	20 % der Fläche eines Geschosses in Kleiräumen für Leitung, Besprechung, Sekretariat, Service und als Reserve, die restlichen 80 % werden als Gruppenraum für 5 bis 16 Personen genutzt.
	Raumkonzept	- Austausch- und Kommunikations-ecken
	Flexibilität	- Green-Wall
		- mobile Wände
		- Hohlraumboden
	Bürotrend	- Abhangdecken aus Trockenbau
		- persönliche Bereiche
		- Bereiche zur Zusammenarbeit
		- soziale Bereiche
		- Lernbereiche
Standard	Ausstattung	- mobile Möbel für flexible Arbeitsplätze
	Farbgestaltung	- Blau
		- Rot
		- Grün
	Lichtgestaltung	- dynamische Beleuchtungssysteme <ul style="list-style-type: none"> ▪ warmweiß und tageslichtweiß
	Raumklima	- Temperaturen im Sommer nicht über 25 °C
		- Sonnenschutz
		- Luftwechsel
Technologisierung	Ausstattung	- Digitale Infrastrukturen
		- Räumlichkeiten und digitale Infrastruktur zur digitalen Zusammenarbeit
	Smart Office	- Heizungsregelung durch Sensoren und Reglern
		- Zeitschaltuhren/-regelungen für Beleuchtung und Kaffeemaschinen
	Gebäudetechnik und -automation	- Fahrzeugerkennung Tiefgarage
		- Brand- und Rauchmeldesysteme
		- Alarm-, Einbruch- und Überfallmeldeanlagen
		- Videoüberwachungsanlagen
		- Zutrittskontrollsysteme
		- Maßnahmen gegen Cyberkriminalität

D4.4 Im paarweisen Vergleich gegenübergestellte, baukulturellen Aspekte nach (Reimers, 2021)

München	Hamburg
Der architektonische Stil unter Berücksichtigung der verschiedenen Epochen der Maxvorstadt	Der architektonische Stil mit der Speicherstadt als städtebauliches Vorbild
Die Berücksichtigung von Baustoffen wie Naturstein, Backstein, verputzte Wände und Sichtbeton	Die Berücksichtigung von Baustoffen wie roter/dunkler Backstein, Kupferbleche, Zinkbleche oder Sichtbeton
Die Berücksichtigung von gestalterischen Elementen wie Eingangsportalen und verzierten Geländern	Die Integration von historischen Elementen der alten Hafenwirtschaft wie Lastenaufzüge, Schiffsschrauben oder auch Metallgeländer Die Berücksichtigung von gestalterischen Elementen in Form von Verzierungen wie Vor- und Rücksprünge der Klinkersteine
Das Raumkonzept mit Austausch und Kommunikationsecken oder Green Walls (bepflanzte Wände)	Das Raumkonzept mit Austausch und Kommunikationsecken oder Green Walls (bepflanzte Wände)
Der aktuelle Bürotrend mit persönlichen Bereichen, Bereichen zur Zusammenarbeit, sozialen Bereichen und Lernbereichen	Der aktuelle Bürotrend mit persönlichen Bereichen, Bereichen zur Zusammenarbeit, sozialen Bereichen und Lernbereichen
Die Ausstattung mit mobilen Möbeln für flexible Arbeitsplätze	Die Ausstattung mit mobilen Möbeln für flexible Arbeitsplätze
Die Farbgestaltung von Innenräumen mit den Tönen rot oder grün	Die Farbgestaltung von Innenräumen mit den Tönen rot oder grün
Die Berücksichtigung von Smart Office in Form von Heizungsregelung durch Sensoren und Reglern, Zeitschaltuhren für Beleuchtung und Kaffeemaschine	Die Berücksichtigung von Smart Office in Form von Heizungsregelung durch Sensoren und Reglern, Zeitschaltuhren für Beleuchtung und Kaffeemaschine

D4.5 Ausprägung der kulturellen Aspekte am Standort München in der Maxvorstadt nach (Reimers, 2021)

Checkliste Baukultur Maxvorstadt - München				
Baukulturelles Kriterium	Merkmal	Ausprägungsbeschreibung	Pkt.	Pkt.
Architektonischer Stil	Der Architektonische Stil unter Berücksichtigung der verschiedenen Epochen der Maxvorstadt	Architektonischer Stil unter Berücksichtigung der verschiedenen Epochen ist berücksichtigt	2	0
		Architektonischer Stil unter Berücksichtigung der verschiedenen Epochen ist teilweise berücksichtigt	0	
		Architektonischer Stil unter Berücksichtigung der verschiedenen Epochen ist nicht berücksichtigt	1	
Baustoffe	Die Berücksichtigung von Baustoffen wie Naturstein, Backstein, verputzte Wände, Sichtbeton	Mehrere der genannten Baustoffe sind berücksichtigt	2	0
		Einer der genannten Baustoffe ist berücksichtigt	1	
		Keiner der genannten Baustoffe ist berücksichtigt	0	
Gestalterische/ Künstlerische Elemente	Die Berücksichtigung von gestalterischen Elementen in Form von Eingangsportalen und verzierten Geländern	Eingangsportale und verzierte Geländer sind an allen Gebäudeseiten berücksichtigt	2	0
		Eingangsportale und verzierte Geländer sind teilweise berücksichtigt	1	
		Eingangsportale und verzierte Geländer sind nicht berücksichtigt	0	
Raumkonzept	Das Raumkonzept mit Austausch- und Kommunikationsecke oder Green-Wall (Bepflanzte Wände)	Austausch-/Kommunikationsecken oder Green-Walls sind berücksichtigt	2	1
		Austausch-/Kommunikationsecken oder Green-Walls sind teilweise berücksichtigt	1	
		Austausch-/Kommunikationsecken oder Green-Walls sind nicht berücksichtigt	0	
Bürotrend	Der aktuelle Bürotrend mit persönlichen Bereichen, Bereichen zur Zusammenarbeit, soziale Bereiche und Lernbereiche	Der aktuelle Bürotrend ist berücksichtigt	2	1
		Der aktuelle Bürotrend ist teilweise berücksichtigt	1	
		Der aktuelle Bürotrend ist nicht berücksichtigt	0	
Ausstattung		Mobile Möbel sind berücksichtigt	2	1

	Die Ausstattung ermöglicht mit mobilen Möbeln flexible Arbeitsplätze	Mobile Möbel sind teilweise berücksichtigt	1	
		Mobile Möbel sind nicht berücksichtigt	0	
Farbgestaltung	Die Farbgestaltung in Innenräumen mit den Tönen Blau, Rot oder Grün	Farbgestaltung ist berücksichtigt	2	1
		Farbgestaltung ist teilweise berücksichtigt	1	
		Farbgestaltung ist nicht berücksichtigt	0	
Gebäudetechnik und -automation	Die Berücksichtigung von Smart Office in Form von Heizungsregelung durch Sensoren und Reglern, Zeitschaltuhren für Beleuchtung und Kaffeemaschine	Mehrere Smart Office Elemente sind berücksichtigt	2	1
		Ein Smart Office Element ist berücksichtigt	1	
		Smart Office Elemente sind nicht berücksichtigt	0	

D4.6 Ausprägung der kulturellen Aspekte am Standort Hamburg in der Hafencity nach (Reimers, 2021)

Checkliste Baukultur Hafencity - Hamburg				
Baukulturelles Kriterium	Merkmal	Ausprägungsbeschreibung	Pkt.	Pkt.
Architektonischer Stil	Der Architektonische Stil mit der Speicherstadt als städtebaulicher Maßstab	Maßstab der Speicherstadt ist berücksichtigt	2	2
		Maßstab der Speicherstadt ist teilweise berücksichtigt	0	
		Maßstab der Speicherstadt ist nicht berücksichtigt	1	
Baustoffe	Die Berücksichtigung von Baustoffen wie roter/dunkler Backstein, Kupferbleche, Zinkbleche, oder Sichtbeton	Mehrere der genannten Baustoffe sind berücksichtigt	2	1
		Einer der genannten Baustoffe ist berücksichtigt	1	
		Keiner der genannten Baustoffe ist berücksichtigt	0	
Historische Elemente	Die Berücksichtigung von historischen Elementen der alten Hafenvirtschaft wie Lastenaufzüge, Schiffsschrauben, oder Metallgeländer	Mehrere der historischen Elemente sind berücksichtigt	2	0
		Eines der historischen Elemente ist berücksichtigt	1	
		Keines der historischen Elemente ist berücksichtigt	0	
Gestalterische/Künstlerische Elemente	Die Berücksichtigung von gestalterischen Elementen in Form von Verzierungen durch Vor- und Rücksprünge der Klinkersteine	Verzierungen durch Vor- und Rücksprünge der Klinkersteine sind an allen Gebäudeseiten berücksichtigt	2	2
		Verzierungen durch Vor- und Rücksprünge der Klinkersteine sind teilweise berücksichtigt	1	
		Verzierungen durch Vor- und Rücksprünge der Klinkersteine sind nicht berücksichtigt	0	
Raumkonzept	Das Raumkonzept mit Austausch- und Kommunikationsecke oder Green-Wall (Bepflanzte Wände)	Austausch-/Kommunikationsecken oder Green-Walls sind berücksichtigt	2	2
		Austausch-/Kommunikationsecken oder Green-Walls sind teilweise berücksichtigt	1	
		Austausch-/Kommunikationsecken oder Green-Walls sind nicht berücksichtigt	0	
Bürotrend		Der aktuelle Bürotrend ist berücksichtigt	2	1

	Der aktuelle Bürotrend mit persönlichen Bereichen, Bereichen zur Zusammenarbeit, soziale Bereiche und Lernbereiche	Der aktuelle Bürotrend ist teilweise berücksichtigt	1	
		Der aktuelle Bürotrend ist nicht berücksichtigt	0	
Ausstattung	Die Ausstattung ermöglicht mit mobilen Möbeln flexible Arbeitsplätze	Mobile Möbel sind berücksichtigt	2	1
		Mobile Möbel sind teilweise berücksichtigt	1	
		Mobile Möbel sind nicht berücksichtigt	0	
Farbgestaltung	Die Farbgestaltung in Innenräumen mit den Tönen Blau, Rot oder Grün	Farbgestaltung ist berücksichtigt	2	0
		Farbgestaltung ist teilweise berücksichtigt	1	
		Farbgestaltung ist nicht berücksichtigt	0	
Gebäudetechnik und -automation	Die Berücksichtigung von Smart Office in Form von Heizungsregelung durch Sensoren und Reglern, Zeitschaltuhren für Beleuchtung und Kaffeemaschine	Mehrere Smart Office Elemente sind berücksichtigt	2	1
		Ein Smart Office Element ist berücksichtigt	1	
		Smart Office Elemente sind nicht berücksichtigt	0	

D4.7 Berechnungen der Kulturperformanz für das Bürogebäude am Standort München nach (Reimers, 2021)

Checkliste Baukultur Maxvorstadt - München				
Architektonischer Stil	Der Architektonische Stil unter Berücksichtigung der verschiedenen Epochen der Maxvorstadt	0	9,75	0,0 / 19,5
Baustoffe	Die Berücksichtigung von Baustoffen wie Naturstein, Backstein, verputzte Wände, Sichtbeton	0	10	0,0 / 20,0
Gestalterische/ Künstlerische Elemente	Die Berücksichtigung von gestalterischen Elementen in Form von Eingangsportalen und verzierten Geländern	0	3,5	0,0 / 7,0
Raumkonzept	Das Raumkonzept mit Austausch- und Kommunikationsecke oder Green-Wall (Bepflanzte Wände)	1	6	6,0 / 12,0
Bürotrend	Der aktuelle Bürotrend mit persönlichen Bereichen, Bereichen zur Zusammenarbeit, soziale Bereiche und Lernbereiche	1	8	8,0 / 16,0
Ausstattung	Die Ausstattung ermöglicht mit mobilen Möbeln flexible Arbeitsplätze	1	6,5	6,5 / 13,0
Farbgestaltung	Die Farbgestaltung in Innenräumen mit den Tönen Blau, Rot oder Grün	1	4	4,0 / 8,0
Gebäudetechnik und -automation	Die Berücksichtigung von Smart Office in Form von Heizungsregelung durch Sensoren und Reglern, Zeitschaltuhren für Beleuchtung und Kaffeemaschine	1	8,25	8,25 / 16,5
Kulturperformanz				32,75 / 112,0
				29,2%

D4.8 Berechnungen der Kulturperformanz für das Bürogebäude am Standort Hamburg nach (Reimers, 2021)

Checkliste Baukultur Hafencity - Hamburg				
Architektonischer Stil	Der Architektonische Stil mit der Speicherstadt als städtebaulicher Maßstab	2	8,75	17,5 / 17,5
Baustoffe	Die Berücksichtigung von Baustoffen wie roter/dunkler Backstein, Kupferbleche, Zinkbleche, oder Sichtbeton	1	9,88	9,88 / 19,75
Historische Elemente	Die Berücksichtigung von historischen Elementen der alten Hafenwirtschaft wie Lastenaufzüge, Schiffsschrauben, oder Metallgeländer	0	6,38	0,0 / 12,75
Gestalterische/Künstlerische Elemente	Die Berücksichtigung von gestalterischen Elementen in Form von Verzierungen durch Vor- und Rücksprünge der Klinkersteine	2	8,0	16,0 / 16,0
Raumkonzept	Das Raumkonzept mit Austausch- und Kommunikationsecke oder Green-Wall (Bepflanzte Wände)	2	11,25	22,5 / 22,5
Bürotrend	Der aktuelle Bürotrend mit persönlichen Bereichen, Bereichen zur Zusammenarbeit, soziale Bereiche und Lernbereiche	1	9,63	9,63 / 19,25
Ausstattung	Die Ausstattung ermöglicht mit mobilen Möbeln flexible Arbeitsplätze	1	7,63	7,63 / 15,25
Farbgestaltung	Die Farbgestaltung in Innenräumen mit den Tönen Blau, Rot oder Grün	0	3,38	0,0 / 6,75
Gebäudetechnik und -automation	Die Berücksichtigung von Smart Office in Form von Heizungsregelung durch Sensoren und Reglern, Zeitschaltuhren für Beleuchtung und Kaffeemaschine	1	8,88	8,88 / 17,75
Kulturperformanz				92 / 147,5
				62,4%

Anhang D5 Daten zur Ermittlung der Kulturperformanz am Standort Nairobi, Kenia
D5.1 Baukulturelle Kriterien in Nairobi, Kenia auf Basis einer Literaturrecherche nach
(Pöschl et al., 2019)

Checkliste Baukultur Nairobi - Kenia		
Gesellschaft	Ethnien	40 Ethnien Hauptgruppen: Bantu (zwei Drittel) und Niloten (ein Drittel)
	Religionen/Glaube	Ca. 70% Christen; 20% Muslime; 10% Anhänger traditioneller Naturreligionen
	Human Development Index (HDI)	HDI von 0,601, Weltrang: 142
	Staatsform	Präsidentiale Republik mit Staatsoberhaupt Uhuru Muigai Kenyatta
Einflüsse	Kulturell bedingte Baustoffe	Holz (Zedern), Lehm, Gras
	Grundriss	Runder Grundriss, Wohnraum weist höchste Relevanz auf
	Normen	Building Code of the Republic of Kenya 2009
	Identität	Kikuyu: Ackerbauern und Viehzüchter; Landbewohner
	Gebäudeanordnung	Kikuyu: relativ große Abstände zwischen den einzelnen Häusern; Streusiedlungen
	Gestalterische/künstlerische Effekte	Lagerung von Lebensmitteln über Kochstelle (haltbar durch Rauch)
	Tradition	Frauen und Männer besitzen in den traditionellen Familien getrennte Häuser
	Baustil	Sehr einfach, reduziert, praktisch und funktional
	Gebäudeart	Einfamilienhaus
Wohnkultur (Kikuyu)	Raumanordnung horizontal / Raumkonzept	Großer Gemeinschaftsraum (Kochen, Essen, Wohnen), abgetrennter Eingangsbereich, kleine Schlafzimmer
	Raumanordnung vertikal	Nur Erdgeschoss, nicht mehrstöckig
	Wohntrend	unter Einfluss der Kolonialzeit: teilweise Verlust der traditionellen Bauweisen; Einzug von Betten und Tischen, ...

D5.2 Baukulturelle Kriterien in Nairobi, Kenia auf Basis der Umfrage nach (Berger et al., 2021)

Checkliste Baukultur Nairobi – Kenia		
Bauweise	Bauweise	Massivbauweise
	Kulturell bedingte Baustoffe	Beton, Mauerwerk, Holz, Stahl/ Blech, Ziegel, Lehm
	Grundriss	Eckiger Grundriss, Wohnraum weist höchste Relevanz auf
	Normen	Building Code of the Republic of Kenya 2009
	Gebäudeanordnung	Einfamilienhäuser mit größerem Garten gewünscht, tatsächlich Apartmentgebäude vorhanden
	Gestalterische/künstlerische Effekte	Verputzte Oberflächen, Farben: weiß, cremeweiß, grau, braun
		Fußbodenbelag aus Holz, Fliesen oder Teppichbelag
	Gebäudeart	Einfamilienhaus
Wohnkultur	Raumanordnung horizontal/ Raumkonzept	Großer Gemeinschaftsraum, größere Schlafzimmer-, Küchen und Gartenbereiche, kleinere Badezimmer, Terrasse- und Eingangsbereiche
	Raumanordnung vertikal	mehrstöckig
	Wohntrend	Sehr hoher Stellenwert: Privatsphäre, Internetzugang, Photovoltaik, nachhaltiges Gebäudekonzept, ressourceneffizientes Gebäudekonzept Hoher Stellenwert: Elektr. Rollläden, Smart Home, Klimaanlage, Heizgerät in allen Räumen

D5.3 Kulturperformanz in Nairobi, Kenia nach Kriterien der Umfrage nach (Berger et al., 2021)

Checkliste Baukultur Nairobi, Kenia		
Bauweise	Massivbauweise	0/2
Baustoffe	Berücksichtigung von Baustoffen wie Beton, Mauerwerk, Holz, Stahl, Blech, Ziegel, Lehm	1/2
Grundriss	Eckiger Grundriss	0/2
Raumkonzept	Großer Gemeinschaftsraum, größere Schlafzimmer-, Küchen und Gartenbereiche, kleinere Badezimmer, Terrasse- und Eingangsbereiche	1/2
Gebäudeanordnung	Einfamilienhäuser mit größerem Garten	2/2
Gestaltung	Verputzte Oberflächen, Farben: weiß, cremeweiß, grau, braun	2/2
	Fußbodenbelag aus Holz, Fliesen oder Teppichbelag	0/2
Geschossanzahl	Mehrstöckiges Gebäude	0/2
Wohntrend	Privatsphäre hinsichtlich Nachbargebäude und innerhalb des Gebäudes	0/2
	Nachhaltiges Gebäudekonzept, Photovoltaik-Anlage, Ressourceneffizientes Gebäudekonzept	2/2
	Internetzugang, Smart Home, Klimaanlage, Elektr. Rollläden	1/2
Kulturperformanz		9/22
		41%

Anhang D6 Daten zur Ermittlung der Kulturperformanz am Standort Addis Abeba, Äthiopien

Checkliste der baukulturellen Einflüsse in Addis Abeba, Äthiopien auf Basis einer Literaturrecherche nach (Amann et al., 2020)

Checkliste Baukultur Addis Abeba - Äthiopien		
Gesellschaft	Ethnien	Oromos (34 %), Amharas (27 %), Somalier (6 %), Sidamas (4 %), Gurage (2,5 %), Welaita und Afar (jeweils 2 %)
	Religionen/Glaube	Äthiopisch-orth. Christen (43,5 %), Muslime (33,9 %), Protestanten (18,6 %), Katholische Christen (0,7 %), Naturreligionen oder andere (3,3 %)
	Human Development Index (HDI) 2000 und 2018; Anstieg in [%];	-HDI 2000: 0,283 (Human Development Report, 2019)
	Weltrang	-HDI 2018: 0,448 (Anstieg um 16,5 %)
	Staatsform	-Weltrang (2018): 174 (von 188) Demokratische Bundesrepublik
Einflüsse	Kulturell bedingte Baustoffe	traditionell werden leicht zu verarbeitende Materialien wie Naturstein, Lehm, Stroh oder Holz verwendet
	Normen	Ethiopian Building Code
	Geschichtlich geprägte Gebäudeparameter	Im Allgemeinen kleine Wohngebäude, da anstatt Anbauten bei Platzbedarf oft neue Behausungen errichtet wurden
	Identität	Von jeweiliger Ethnie abhängig, Gesellschaft und Kultur werden durch die Amharas dominiert
	Gebäudeanordnung	-Siedlungen auf dem Land sind lose verstreut, 3-5 Gebäude ergeben ein Gehöft -in Addis Abeba unkontrollierte Nachverdichtung und Flächenverbrauch durch informelle Bebauung
	Tradition	Landwirtschaftlich geprägte Lebensweise mit entsprechenden Bauformen und Siedlungsstrukturen
	Baustil (Epoche)	über Jahrhunderte kaum Einflüsse von außen, sehr ursprüngliche Bauweise → italienischer Einfluss in den 1930er-Jahren und moderne, westliche Bauformen seit den 1990er-Jahren
	Gebäudeart	Meist einstöckige, freistehende Häuser (manchmal zweistöckig) mit kleinem Grundriss

Wohnkultur	Raumanordnung horizontal	-in traditioneller Bauweise häufig nur ein Raum pro Gebäude vorhanden -seit 1975 auch vermehrt Wohnungen mit Fluren, die die übrigen Räume erschließen
	Raumanordnung vertikal	eine Wohneinheit beschränkt sich i. d. R. auf nur ein Stockwerk
	Wohntrend	Oberschicht: Tendenz zur Suburbanisierung

Anhang D7 Daten zur Ermittlung der Kulturperformanz am Standort Quito, Ecuador

D7.1 Baukulturelle Kriterien in Quito, Ecuador auf Basis einer Literaturrecherche nach (Meschenmoser et al., 2020)

Checkliste Baukultur Quito - Ecuador

Gesellschaft Ecuadors	Ethnien	<ul style="list-style-type: none"> • 20 - 50 % indigene Gruppen in Ecuador • 82 % Mestizen im untersuchten Stadtviertel Pichincha
	Religionen/Glaube	<ul style="list-style-type: none"> • 95 % Katholizismus • 2 % Protestantismus • 3 % andere Religionen
	Human Development Index (HDI)	<ul style="list-style-type: none"> • 2021: 0,759
	Staatsform	<ul style="list-style-type: none"> • Präsidentialdemokratie
Einflüsse	Baustoffe	<ul style="list-style-type: none"> • Lehm, Terrakotta • Stroh und Gräser • Stein
	Kulturell bedingte Konstruktionen	Massivbauweise: <ul style="list-style-type: none"> • Adobe • Bahareque • Tapial • Steinaufkantung
	Normen	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Norma ecuatoriana de la construcción (NEC)</i> • Symmetrie • Fugen zwischen den Gebäuden zum Erdbebenschutz
	Geschichtlich geprägte Gebäudeparameter	<ul style="list-style-type: none"> • Aus spanischer Kolonialzeit • Schachbrettmuster • Anordnung um Innenhof • nach Außen abgeschlossen
	Identität	<ul style="list-style-type: none"> • nicht eindeutig • Mischkultur aus indigenen und westlichen Kultureinflüssen • Schere zwischen US-amerikanischer • Einfluss der modernen Kultur und indigenen • Einflüssen der traditionellen Kultur • Schere zwischen Arm und Reich

	Gebäudeanordnung	<ul style="list-style-type: none"> • bei Quechua: rechteckige Terrasse die Gebäude-teile verbindet • in Quito: in Schachbrettmuster eingebettet; nach Außen geschlossene Einheit; • Innenhof
	Gestalterische/künstlerische Effekte	<ul style="list-style-type: none"> • Kunststile aus Barock und Renaissance • Stilelemente aus griechisch-römisch in Verbindung mit Gotik; • Steinstützen • in Wohngebäuden: Wenig dekorative Elemente, Steinsockel, mit Werksteinarbeiten geschmückter Haupteingang, kleine mit Eisenbrüstung versehene Balkone oder Holzfenster mit verzierenden Eisengittern • bunte Fassaden
	Tradition	<ul style="list-style-type: none"> • Indigene Bauweisen: Lehmhütten mit Strohdach
	Baustil (Epoche)	<ul style="list-style-type: none"> • Einflüsse aus spanischer Kolonialzeit
	Gebäudeart	<ul style="list-style-type: none"> • Patiohaus • Haciendas • Lehmhütten • Gated Communities: • Appartementshäuser oder Wohnsiedlungen
Wohnkultur	Raumanordnung horizontal	<ul style="list-style-type: none"> • eingebettet in Schachbrettmuster • Gebäudeanordnung um Patio mittig liegend • Ca. 2,5 Zimmer, 1,5 Badezimmer, einen großen überdachten Innenhof oder eine Terrasse • Größter Raum ist der Aufenthaltsraum mit Wohn-, Ess- und Küchenbereich, i. d. R. kein Flur
	Raumanordnung vertikal	<ul style="list-style-type: none"> • traditionell meist ein- oder zweigeschossig • in Moderne auch Hochhäuser
	Wohntrend	<ul style="list-style-type: none"> • Hohes Sicherheitsbedürfnis: Sicherheitssysteme wie Kameraüberwachung, eingezäunte Wohnsiedlungen • Durchschnittliche Haushaltsgröße von 3,5 Personen • Ca. 70% haben einen Telefonanschluss, 45% einen Internetanschluss und ca. 40% Kabelfernsehen • Vorhandensein einer Waschküche oder eines Waschbereichs mit Waschbrett • Privater Parkplatz oder öffentlicher Parkplatz • Anschluss an Versorgungsnetz der Stadt von hoher Relevanz • Gute Infrastruktur

D7.2 Liste der kontaktierten Universitäten nach (Gester et al., 2021)

Liste der kontaktierten Universitäten in Quito - Ecuador		
Öffentlich	Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)	Universität 1
	Escuela Politécnica del Ejército (ESPE)	Universität 2
	Escuela Politécnica Nacional (EPN)	Universität 3
	Facultad Latinoamericana de Cs. Soc. (FLACSO)	Universität 4
	Instituto de Altos Estudios Nacionales (IAEN)	Universität 5
	Universidad Andina Simón Bolívar (UASB)	Universität 6
	Universidad Central del Ecuador (UCE)	Universität 7
Privat	Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE)	Universität 8
	Escuela Politécnica Javeriana del Ecuador (ESPOJ)	Universität 9
	Universidad Alfredo Pérez Guerrero (UNAP)	Universität 10
	Universidad Cristiana Latinoamericana (IJCL)	Universität 11
	Universidad Tecnológica Indoamericana (UTI)	Universität 12
	Universidad de Los Hemisferios	Universität 13
	Universidad Iberoamericana del Ecuador (UN18E)	Universität 14
	IDE Business School	Universität 15
	Universidad Internacional del Ecuador (LJIDE)	Universität 16
	Universidad Osgood Mandino (IJOM)	Universität 17
	Universidad Particular Internacional SEK (UISEK)	Universität 18
	Universidad San Francisco de Quito (USFQ)	Universität 19
	Universidad Tecnológica América (UNITA)	Universität 20
	Universidad Tecnológica Israel (LITI)	Universität 21
	Universidad Tecnológica América (UNITA)	Universität 22
	Universidad UDET	Universität 23
	Universidad Metropolitana (UMETRO)	Universität 24
	Universidad del Pacífico Escuela de Negocios	Universität 25

D7.3 Gegenüberstellung der Altersverteilung Ecuadors mit der Altersverteilung der Umfrageteilnehmer nach (Gester et al., 2021)

	Altersverteilung Ecuadors	Altersverteilung Umfrageteilnehmer
Unter 15 Jahren	13%	0%
15 bis 65 Jahre	55%	84%
Über 65 Jahre	32%	16%

D7.4 Kulturperformanz in Quito Ecuador nach Kriterien der Umfrage und Einschätzung der Anwenderin der Methode nach (Gester et al., 2021)

Checkliste Baukultur Quito - Ecuador		
Bauweise	Massivbauweise: Adobe, Bahareque, Tapial, Steinaufkantung	2/2
Baustoffe	Traditionelle Baustoffe: Lehm, Terrakotta, Stroh, Gräsern, Stein	2/2
Gebäudeart	Patiohaus, Hacienda, Gated Communities: Appartementshäuser oder Wohnsiedlungen	2/2
Grundriss	Eckig, mit Innenhof (Patio)	2/2
Raumkonzept	Ca. 2,5 Zimmer, 1,5 Badezimmer, einen großen überdachten Innenhof oder eine Terrasse Größter Raum ist der Aufenthaltsraum mit Wohn-, Ess- und Küchenbereich, i. d. R. kein Flur	0/2
Gebäudeanordnung	Schachbrettmuster, nach außen geschlossen, Innenhof	2/2
Gestaltung	Bunte Fassaden	0/2
	Wenig dekorative Elemente, Steinsockel, mit Werksteinarbeiten geschmückter Haupteingang, kleine mit Eisenbrüstung versehene Balkone oder Holzfenster mit verzierenden Eisengittern	0/2
Geschossanzahl	Ein- bis zweigeschossige Gebäude	2/2
Wohntrend	Hohes Sicherheitsbedürfnis: Sicherheitssysteme wie Kameraüberwachung, eingezäunte Wohnsiedlungen	0/2
	Durchschnittliche Haushaltsgröße von 3,5 Personen	1/2
	Mindestausstattung Kommunikations-Infrastruktur	0/2
	Vorhandensein einer Waschküche oder eines Waschbereichs mit Waschbrett	0/2
	Privater Parkplatz oder öffentlicher Parkplatz	0/2
	Anschluss an Versorgungsnetz der Stadt von hoher Relevanz	1/2
	Gute Infrastruktur	0/2
Kulturperformanz		14/32
		44%

Anhang D8 Daten zur Ermittlung der Kulturperformanz am Standort Bergen, Norwegen

D8.1 Checkliste der baukulturellen Einflüsse in Bergen Norwegen auf Basis einer Literaturrecherche nach (Kilic et al., 2021)

Checkliste Baukultur Bergen – Norwegen		
Gesellschaft	Staatsform	Parlamentarische konstitutionelle Monarchie
	Normen	CEN / ISO
	Wohlbefinden der Städte	Rangliste des Wohlbefindens von Städten auf der Welt: Platz 6
	Lebensstand	Bruttosozialprodukt: 1. Platz
	Entwicklungsstand	HDI von 0,957 (2019) Weltrang: 1 (2021)
	Ethnien	- Norweger - Samen (Lappen) Minderheiten: - Waldfinnen - Kvenen (norwegische Finnen) - Tatere - Roma
	Religion / Glaube	Evangelisch-lutherische norwegische Kirche: - Ca. 3,7 Millionen Mitglieder Andere religiöse und philosophische Gemeinschaften: - Ca. 700.000 Menschen Ohne Religionszugehörigkeit: - Ca. 100.000 Menschen
	Ökonomischer Status	Bruttoinlandsprodukt (BIP, auch GDP): - 2020: rund 362 Milliarden in US-Dollar - 2021: 444,5 Milliarden in US-Dollar (prognostizieren) Bruttosozialprodukt (BSP, auch GNP): - 2019: 436.50 Billion in US-Dollar - 2020: 420.97 Billion in US-Dollar Bruttonationaleinkommen (BNE, auch GNI): - 2019: 441.21 Billion in US-Dollar - Pro-Kopf: 82,500 Billion in US-Dollar
	nachhaltige Entwicklung / Ökologie	1. Aktuelle Umweltstandards sind höher als internationale Standards 2. Zertifizierte touristische Attraktionen, die ökologischen Standards und nachhaltiger Entwicklung entsprechen
	Stadtplanung	“Smart City”

1. Mithilfe von Technologie ein besserer Ort zum Leben, Wohnen und Arbeiten
2. Verbesserung der öffentlichen Dienste sowie die Lebensqualität der Stadtbewohner
3. Digitale Lösungen, die zur effektiveren und ressourcenschonenden Organisation des Stadtlebens beitragen.

Einflüsse	Kulturell bedingte Baustoffe	- Holz
		- Stein
		- Ziegel
	Kulturell bedingte Konstruktionen	- Dichte Holzbauweise
		- Enge und gewundene Straßen durch geographische Lage
		- Kleine Räume und Fenster, um Wärmeverluste zu minimieren
	Historische Einflüsse	- Aufgrund vieler Großbrände prägten
		- Brandschneisen das Stadtbild
		- Dicht bebaute Stadtviertel aufgrund von
		- Phasen des Wiederaufbaus oder schnellen Wachstums
Hanseatische Einflüsse Identität		- Hanseatische Landungsbrücke
		- Historische Sehenswürdigkeiten wie Bryggen (Hafen- und Kulturstadt)
		- Skandinaviens größte zusammenhängende Siedlung aus Holz
Gestalterische / künstlerische Effekte		- Fassadenbekleidung aus Holz in verschiedenen Farben
		- Konturen, Formteile, Fenster, Türen farblich hervorgehoben
		- Fassadendetails aus geschnitztem Holz
Klimabedingungen		- Strenge Winter
		- Starke Winde
Klimaschutz und Energiewende		- Salzsprühnebel in den Küstenregionen
		- Klimawandel: Entwässerungssystem
		- Energie: von nicht erneuerbar Energie zur erneuerbaren Energie z. B. Wasserkraftwerk, Windenergie, Sonnenenergie, Biomasseenergie
Baustil (Epoche)		- Romanik (1100-1350)
		- Gotik (1180-1300)
		- Renaissance (1550-1650)
		- Barock (1650-1780)
		- Rokoko (1760-1790)
		- Klassizismus (1770-1850)
		- Empire Stil (1840-1870)

		<ul style="list-style-type: none"> - Schweizer Stil (1870-1920) - Drachenstil (1890-1910) - Jugendstil (1900-1920) - Neoklassizismus / Neobarock (1910-1930) - Funktionalismus (1930-1970) - Postmodernismus (1980-2000)
Wohnkultur	Gebäudearten	<ul style="list-style-type: none"> - Freistehende Einfamilienhäuser - Häuser mit zwei Wohneinheiten - Reihenhäuser, o.ä. - Mehrfamilienhäuser
	Wohntrend	<ul style="list-style-type: none"> - Trend geht hin zu Mehrfamilienhäusern
	Traditionelle Elemente	<ul style="list-style-type: none"> - Bunte Fassadenbekleidung aus Holz - Schrägdach mit Begrünung - Heizofen - Beleuchtung (künstlich und natürlich)
	Innendesign / Gebäudekonzept	<ul style="list-style-type: none"> - Wohnküche („<i>Eat-in-Kitchen</i>“) - Küche nach Osten: Morgenlicht - Wohnzimmer nach Westen: Abendlicht - Privatsphäre: Trennung der Schlafzimmer
	Ästhetik	<ul style="list-style-type: none"> - Beeinflussung der physischen und emotionalen Wohlbefinden der Menschen
	Moderne Elemente	<ul style="list-style-type: none"> - Wände als Stauraum - Schweizer Stil (Drachenstil)

D8.2 Auswertung der Fragebögen zu baukulturellen Aspekten in Bergen, Norwegen nach (Wieser et al., 2021)

A Einleitung

Welcome to the survey! Please take a moment.

The content of the questions relates to the topic of building culture in Bergen, Norway.

B Demografische Daten

Where are you from?

Please choose one of the answers

- Bergen, Norway (2)
- other cities, Norway (2)
- other countries (11)

Which of the following age groups do you belong to

Please choose one of the answers

- under 18 years old
- 18-29 (13)
- 30-50 (2)
- over 50 years old

C Baukulturelle Befragung

What activities do you prefer in your leisure time?

Multiple selections available

- Family gatherings (5)
- Party with friends (7)
- Being alone (e.g. reading, writing, etc.) (8)
- Outdoor sports (7)
- Others

What type of housing would you prefer to live in?

Multiple selections available

- Detached houses (5)
- Houses with two dwelling units (4)
- Terraced houses, or similar (2)
- Multifamily residential (multidwelling unit or MDU) (4)

Which building do you think is the most representative of Bergen?

Please choose one of the answers

- Bryggen (8)
- Det Hanseatiske Museum og Schøtstuene (2)
- Edvard Grieg Museum Troidhaugen (1)
- The Faculty of Fine Art, Music and Design of the University of Bergen (KMD)
- Knarvik Community Church (2)
- Bergenhus Festning (1)
- Grieghallen
- Others

Which of the following historical building styles, in your opinion, have most influenced today's buildings?

- Multiple selections available
- Romanesque (1100-1350)
- Gothic art (1180-1300)
- Renaissance (1550-1650)
- Baroque (1650-1780) (1)
- Rococo (1760-1790) (1)
- Classicism (1770-1850)
- Empire style (1840-1870) (4)
- Swiss chalet style (1870-1920) (1)
- Dragestil / Dragon Style (1890-1910)
- Art Nouveau / Jugendstil/ Modern Style (1900-1920) (2)
- Neoclassicism / Neo-Baroque (1910-1930) (2)
- Functionalism (1930-1970) (3)
- Postmodernism (1980-2000) (4)

Which one do you personally prefer?

Multiple selections available

- Romanesque
- Gothic art (3)
- Renaissance (4)
- Baroque (3)
- Rococo (2)
- Classicism (2)
- Empire style (3)
- Swiss chalet style (2)
- Dragon Style (1)

- Art Nouveau / Modern Style (4)
- Neoclassicism / Neo-Baroque (2)
- Functionalism (1930-1970) (2)
- Postmodernism (2)
- Others

Which factors do you think have to be considered in building a house?

Please choose one of the answers

	Not at all important	Slightly important	Important	fairly important	very important	No opinion
Energy saving & eco-friendly	(0)	(3)	(3)	(2)	(6)	(0)
Aesthetic	(0)	(2)	(4)	(5)	(3)	(0)
Surrounding environment	(0)	(1)	(7)	(2)	(4)	(0)
Type of house	(0)	(7)	(3)	(3)	(1)	(0)
Orientation of the house	(0)	(2)	(3)	(4)	(5)	(0)
Local features / icons	(3)	(4)	(4)	(1)	(1)	(1)
Ethnic / National Culture	(4)	(3)	(3)	(2)	(1)	(1)
The privacy of the house	(0)	(2)	(4)	(3)	(5)	(0)
Lighting requirements	(0)	(0)	(2)	(6)	(4)	(2)
Modern equipment	(1)	(0)	(7)	(1)	(5)	(0)
The existence of the basement	(2)	(8)	(1)	(2)	(1)	(0)
Others	(0)	(8)	(0)	(0)	(0)	(0)

Your preferred location for the living environment is

Multiple selections available

- The northern part of the city (more traditional) (4)
- The southern part of the city (more modern) (9)
- The eastern part of the city (coastal area) (3)
- The western part of the city (mountainous areas) (5)

Which materials are mostly used in Bergen's buildings?

Please choose one of the answers

- Timber (9)
- Stone (1)
- Brick
- Concrete (4)
- Steel
- Glass
- Others

Which building materials do you prefer to use?

Please choose one of the answers

- Timber (6)
- Stone
- Brick
- Concrete (4)
- Steel (2)
- Glass (2)
- Others

Which roof type is more commonly found in Bergen?

Please choose one of the answers

- Pitched roofs (10)
- Flat roofs (3)
- Curved roofs (1)
- Others

Interior design in your house: kitchen

Please choose one of the answers

- open kitchen (10)
- closed kitchen (2)
- Others (2: Studio)

Interior design in your house: Number of children's rooms

Please choose one of the answers

- 0 (5)
- 1 (6)
- 2 (2)
- 3 and more (1)

Interior design in your house: Separation of functional areas

Please choose one of the answers

- I prefer to have a clear separation of different functional areas. (3)
- I prefer a holistic layout without partitions. (1)
- I prefer a combination of monolithic and partitioned layouts. (8)
- I don't care about. (2)

What unique decorations or furniture would you like to incorporate into your home (e.g.: Fireplace, Murals, Mascot, Stereo/Sound equipment)

- a. Waste recycling System
- b. Fireplace
- c. Island in Kitchen
- d. Artwork
- e. Large lawn to relax
- f. sound equipment
- g. Mural/dishwasher/Projector

Which colors are preferred for the building façade

White: (4), blue: (1), yellow: (1), orange: (1), gray: (1), red: (2)

Which materials are preferred for the building façade

Timber: (7), natural stone: (2), masonry walls: (1), glass enclosures: (1)

Norway has always had a strong focus on sustainability: Which eco-friendly actions do you have in your house?

Multiple selections available

- Indoor greenery (5)
- Green roofs (2)
- Green exterior walls (2)
- Home rainwater harvesting system (1)
- Solar, geothermal and other renewable energy sources (8)
- Others

In your opinion, what is the future direction of building culture in Bergen?

Please choose one of the answers

- Preserve the existing or ancient architectural style (1)
- Modernization-oriented, retaining some ancient buildings (10)
- Pursue technological innovation (1)
- Integrate the architectural culture of other countries
- Others: [More sustainability, less demolition, more reusing materials](#)

Is there anything you would like to additionally share about the building culture of Bergen?

Optional, many thanks.)

D Abschluss

Thank you for your participation

D8.3 Erkenntnisse der Interviewstudie zu den baukulturellen Einflüssen in Bergen, Norwegen nach (Wieser et al., 2021)

Kategorie	Erkenntnisse
Historische Entwicklung	<ul style="list-style-type: none"> - Prägung durch verschiedene historische Baustile - Prägung durch Hansekultur - traditionelle Gebäude: <ul style="list-style-type: none"> o vorrangig Holzfassaden, steil geneigtes Dach, Großteils weiße, jedoch auch bunte, einfarbige Fassaden o Steingebäude aus Mauerwerk (kontinentaler Stil) o kaum Ornamente oder Dekorationen - moderne, schlichte Gebäude in den 1950er-Jahren - Insgesamt nachhaltige Gebäude mit hohem Standard und einfachem Stil
Heutiger Zustand	<ul style="list-style-type: none"> - hoher Stellenwert und hohe Beliebtheit traditioneller Gebäude - Häufig werden traditionelle Gebäude modernisiert - Instandhaltung wird gegenüber Neubauten bevorzugt - Moderne Hochhäuser im einfachen Stil in den Randbezirken - Standort ist von hoher Relevanz: idealerweise in der Nähe von Wandermöglichkeiten - bevorzugter Gebäudetyp: Doppelhaushälften - Lichtplanung aufgrund der geringen Tageslichtdauer im Winter von hoher Relevanz (Fensterflächen nach Süden, hoher Fensterflächenanteil, Vollspektrumlampen) - Einliegerwohnungen (Studios) im Kellergeschoss üblich, welche häufig an Studierende vermietet werden - Häufig eher geschlossene Grundrisse, in modernen Häusern ein offener Aufenthaltsraum mit Koch-, Ess- und Wohnbereich - Kleinere Schlaf- und Kinderzimmer, Kinderzimmer werden oft geteilt - sicherer, komfortabler Wohnstil (kulturelles „kos“), Dekorationen auf der Fensterbank sind üblich
Prognosen für die künftige Entwicklung	<ul style="list-style-type: none"> - neue moderne Gebäude mit fortschrittlicher Ausstattung - qualitativ hochwertige Baumaterialien - nachhaltige, umweltfreundliche Gebäude - nachhaltige Baumaterialien

D8.4 Ausprägung der baukulturellen Einflüsse in Bergen, Norwegen nach (Wieser et al., 2021)

Checkliste Baukultur Bergen - Norwegen				
Baukulturelles Kriterium	Merkmal	Ausprägungsbeschreibung	Pkt.	Pkt.
Umweltfreundlichkeit	Regenerative Energien	Ausgestattet mit voll hochentwickelten energieeffizienten Einrichtungen, die erneuerbare Energien in vollem Umfang nutzen und den Kohlenstoffausstoß verringern, z. B. Passivhäuser	2	2
		Nur vereinzelte Maßnahmen zur Energieeinsparung und zum Umweltschutz	1	
		Keine Anlagen zur Energieeinsparung und zum Umweltschutz, oder viel Energieverschwendung	0	
	Materialien	Verwendung nachhaltiger Materialien zu mehr als 80 Vol.%	2	2
		Verwendung nachhaltiger Materialien zu mehr als 50 Vol.%	1	
		Verwendung nachhaltiger Materialien zu weniger als 50 Vol.%	0	
Ästhetik	Optik des Gebäudes	Berücksichtigung der nachfolgenden Aspekte: Holz- oder Steinfassade, weiß oder farbig gestrichen, Steildach	2	2
		Berücksichtigung von min. der Hälfte der der nachfolgenden Aspekte: Holz- oder Steinfassade, weiß oder farbig gestrichen, Steildach	1	
		Keine Berücksichtigung der nachfolgenden Aspekte: Holz- oder Steinfassade, weiß oder farbig gestrichen, Steildach	0	
Umgebung	Freizeitangebot und Infrastruktur	Lebenswertes Umfeld mit fußläufiger Verbindung zur Natur und den Bergen, ausreichende Infrastruktur (Geschäfte, Schulen, Medizinische Versorgung etc.), sehr gute Verkehrsanbindung	2	2
		Ausreichende Infrastruktur (Geschäfte, Schulen, Medizinische Versorgung etc.), gute Verkehrsanbindung	1	
		Keine Verbindung zur Natur oder den Bergen, keine ausreichende Infrastruktur, unzureichende Verkehrsanbindung	0	

Gebäudetyp		Freistehendes Einfamilienhaus oder Doppelhaushälfte	2	2
		Mehrfamilienhaus	1	
		Reihenhaus	0	
Orientierung		Versorgung mit natürlichem Licht an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Tageszeiten und Vollspektrumlampen	2	2
		Versorgung mit natürlichem Licht an mehr als 50% der Orte und zu bestimmten Tageszeiten und Vollspektrumlampen	1	
		Geringe Versorgung mit natürlichem Licht	0	
Lokale Merkmale / Traditionelle Gestaltung		Möglichkeit der Fensterdekoration durch ausreichend tiefe Fensterbretter	2	1
		Möglichkeit einiger Fensterdekorationen durch einige ausreichend tiefe Fensterbretter	1	
		Keine Möglichkeit der Fensterdekoration	0	
Grundriss und Privatsphäre	Raumaufteilung	Schlafzimmer in abgetrennten Räumen, Sichtschutz, Keine Durchgangszimmer	2	1
		Schlafzimmer in abgetrennten Räumen	1	
		Offener Grundriss, kein Sichtschutz, Durchgangszimmer	0	
	"Kos", "Hygge"	Großer Aufenthaltsraum für die Familie mit Feuerstelle, Wohnküche	2	2
		Großer Aufenthaltsraum für die Familie oder Feuerstelle, Küche öffnet sich in den Aufenthaltsraum (z. B. großer offener Durchgang)	1	
		Kein großer Aufenthaltsraum für die Familie, keine Feuerstelle, Küche und Essbereich sind getrennt	0	
Ausstattung		Feuerstelle, Küchenblock, Abfallverwertungssystem	2	1
		Feuerstelle oder Küchenblock oder Abfallverwertungssystem	1	

		Keine Feuerstelle, kein Küchenblock, kein Abfallverwertungssystem	0	
Vorhandensein eines Kellers		Vollständig genutzter Keller, Möglichkeit der Vermietung	2	2
		Keller als Lagerräume	1	
		Kein Keller	0	

D8.5 Berechnung der Kulturperformanz unter Berücksichtigung der Priorisierung nach (Wieser et al., 2021)

Checkliste Baukultur Bergen - Norwegen				
Baukulturelles Kriterium	Merkmal	Pkt.	Prio.	Pkt.
Umweltfreundlichkeit	Regenerative Energien	2	9	18/18
	Nachhaltige Materialien	2	9	18/18
Ästhetik	Optik des Gebäudes	2	8	16/16
Umgebung	Freizeitangebot und Infrastruktur	2	7	14/14
Gebäudetyp		2	6	12/12
Orientierung	Beleuchtung	2	3	6/6
Lokale Merkmale / Traditionelle Gestaltung		1	5	5/10
Grundriss und Privatsphäre	Raumaufteilung	1	4	8/8
	"Kos", "Hygge"	2	4	8/8
Ausstattung		1	2	2/4
Vorhandensein eines Kellers		2	1	2/2
Kulturperformanz				109/116
				94%

Anhang D9 Daten zur Ermittlung der Kulturperformanz am Standort Havanna, Kuba (Reimers et al., 2021)

Checkliste der baukulturellen Einflüsse in Havanna, Kuba nach Literaturrecherche

Checkliste Baukultur Havanna - Kuba		
Gesellschaft	Ethnien	50% afrikanisch-europäischer (Mulatten), 37% europäisch, 11% afrikanisch, 1% asiatisch
	Religionen/Glaube	60-70% Katholiken und 5% afrokubanische Protestanten
	Human Development Index (HDI)	In Kuba liegt der HDI bei 0,778 und damit befindet sich Kuba auf Rang 72
	Staatsform	Republik mit einer Einparteienherrschaft der Kommunistischen Partei Kubas (PCC)
Einflüsse	Kulturell bedingte Baustoffe	- Kalkstein
		- Korallenstein
		- Zedernholz (weich)
		- Quebracho
		- Buntglas
Kulturell bedingte Konstruktionen	- Caoba-Zweige	
	- Palmenblätter	
Normen	- Holzkonstruktion	
	- Mauerwerksbau	
	Normeninstitut: Oficina Nacional de Normalización Einwirkungen auf Tragwerke durch Erdbeben	
Geschichtlich geprägte Gebäudeparamete / Baustil (Epoche)	- NC 46:2017	
	- NC46:1999	
	- Kolonialstil	
	- Barock	
	- Klassizismus	
Gebäudeanordnung	- Historismus	
	- Art déco	
	Mehrere Gebäude oder auch der Grundriss bilden einen Innenhof	

Gestalterische/künstlerische Effekte	- Wandmalereien - Wand- und Bodenfliesen aus Steinzeug mit aufgedruckten Mustern
Gebäudeart	- Zweistöckige Häuser mit Walmdach und Balkonen und Arkaden - Einstöckige Häuser mit Veranda

Wohnkultur	Raumkonzept	Mehrere Räume, ein Raum wird für Tourismus genutzt.
	Wohntrend	Mehrfamilienhaus, verteilt auf ein Geschoss (zwei-stöckige Häuser)

Anhang D10 Übersicht der verfügbaren Ressourcen in den untersuchten Fallstudien

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Wetterdaten	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓
Nutzungsprofil	✓	x	x	-	x	x	x	x	x
Ferienzeiten	✓	x	x	-	x	x	x	✓	x
Komfortbereich	✓	✓	✓	-	x	x	x	✓	x
hohe Teilnahmebereitschaft an Umfragen	-	-	-	x	x	x	x	x	x
Bereitschaft zum Experteninterview	-	-	-	✓	x	x	x	✓	x
Ökologische Kennwerte	✓	✓	✓	-	x	x	x	✓	x
Ökologische Vergleichsdaten	✓	✓	x	-	x	x	x	✓	x
Ökonomische Kennwerte	✓	✓	✓	-	x	x	x	✓	x
Ökonomische Vergleichsdaten	✓	x	x	-	x	x	x	x	x
Land	DE	NO	US	DE	KE	ET	EC	NO	CU
HDI	0,947	0,957	0,926	0,947	0,601	0,485	0,759	0,957	0,783
	Sehr hoch	Sehr hoch	Sehr hoch	Sehr hoch	mittel	gering	hoch	Sehr hoch	hoch

Anhang E

Kapitel 7 Evaluation der Bewertungsmethode

Umfrage unter den Studierenden zur Evaluation des entwickelten Ansatzes

Fragen für die Klimaexperten:

Hypothesenfragen:

Stimmen Sie den folgenden Hypothesen zu?

1 stimme überhaupt nicht zu	2 stimme eher nicht zu	3 teils / teils	4 stimme eher zu	5 stimme voll und ganz zu
--------------------------------	---------------------------	--------------------	---------------------	------------------------------

H.1 Die Methode liefert einen wertvollen Beitrag im klima- und kulturgerechten Bauen.

H.2 Die Methode ermöglicht eine Quantifizierung der Klimaanpassung. Durch die Methode lässt sich die Klimaanpassung von Gebäuden als Zahlenwert wiedergeben.

H.3 Die Methode ermöglicht eine objektive Bewertung der Klimaanpassung.

H.4 Die Methode verfolgt einen ganzheitlichen Ansatz.

H.5 Die Methode stellt einen ersten Schritt in die Richtung Quantifizierung und Bewertung der Klimaanpassung dar.

H.6 Die Methode ist logisch und schlüssig.

H.7 Die verwendete Software ist in der Lage die notwendigen Daten zu verarbeiten.

H.8 Die verwendete Software ist in der Lage das gewünschte Ergebnis auszugeben.

H.9 Für die Methode ist in Deutschland eine ausreichende Datengrundlage (Klimadaten, Gebäudedaten z. B. Materialdaten) vorhanden.

H.10 Für die Methode ist im Ausland eine ausreichende Datengrundlage (Klimadaten, Gebäudedaten z. B. Materialdaten) vorhanden.

Wenn nicht zugestimmt wird, öffnet sich eine qualitative Frage nach dem Grund.

Bewertung:

B.1 Bitte bewerten Sie den Erfolg der Anwendung (Single-Choice Frage)

	Das Ziel der Anwendung konnte ohne Probleme erreicht werden.	Keine Problematiken
	Das Ziel der Anwendung konnte erreicht werden mit Umwegen und kleineren Mängeln. Wenn das angekreuzt wird, öffnet sich eine qualitative Frage: Welche Schwierigkeiten zeigten sich?	Geringe Problematiken
	Das Ziel der Anwendung konnte erreicht werden aber mit erheblichen Abweichungen und unter erheblichen Anstrengungen. Wenn das angekreuzt wird, öffnet sich eine qualitative Frage: Welche Schwierigkeiten zeigten sich?	Größere Problematiken
	Das Ziel der Anwendung konnte nicht erreicht werden. Wenn das angekreuzt wird, öffnet sich eine qualitative Frage: Was führte zum Nichterreichen des Ziels?	Vorzeitige Beendung

B.2 Wie bewerten Sie die Methode allgemein:

Sehr gut	gut	mangelhaft	unzureichend
----------	-----	------------	--------------

Offene Fragen:

F.1 Könnten Sie sich vorstellen, dass die Bewertungsmethode zur Klimaanpassung im Planungsprozess eingesetzt wird? Wenn ja: wo würden Sie einen Anwendungsfall bei Ihnen sehen?

Wenn nein: warum nicht?

F.2 Welche Stärken hat die Bewertungsmethode zur Klimaanpassung?

- F.3 Wo sehen Sie Schwächen der Bewertungsmethode zur Klimaanpassung?
 F.4 Haben Sie Verbesserungsvorschläge zu dem Bewertungsentwurf der Klimaanpassung?

Fragen für die Kulturexperten:

Einstiegsfrage:

F.1 Welches Land haben Sie bearbeitet?

Hypothesenfragen:

Stimmen Sie den folgenden Hypothesen zu?

1 stimme überhaupt nicht zu	2 stimme eher nicht zu	3 teils / teils	4 stimme eher zu	5 stimme voll und ganz zu
--------------------------------	---------------------------	--------------------	---------------------	------------------------------

- H.1 Die Methode liefert einen wertvollen Beitrag im klima- und kulturgerechten Bauen.
 H.2 Die Methode ermöglicht eine Quantifizierung der Kulturanpassung. Durch die Methode lässt sich die Kulturanpassung von Gebäuden als Zahlenwert wiedergeben.
 H.3 Die Methode ermöglicht eine objektive Bewertung der Kulturanpassung.
 H.4 Die Methode verfolgt einen ganzheitlichen Ansatz.
 H.5 Die Methode stellt einen ersten Schritt in die Richtung Quantifizierung und Bewertung der Kulturanpassung dar.
 H.6 Die Methode ist logisch und schlüssig.
 H.7 Die verwendete Software ist in der Lage die notwendigen Daten zu verarbeiten.
 H.8 Die verwendete Software ist in der Lage das gewünschte Ergebnis auszugeben.

Wenn nicht zugestimmt wird, öffnet sich eine qualitative Frage nach dem Grund.

Bewertung:

B.1 Bitte bewerten Sie den Erfolg der Anwendung (Single-Choice Frage)

	Das Ziel der Anwendung konnte ohne Probleme erreicht werden.	Keine Problematiken
	Das Ziel der Anwendung konnte erreicht werden mit Umwegen und kleineren Mängeln. Wenn das angekreuzt wird, öffnet sich eine qualitative Frage: Welche Schwierigkeiten zeigten sich?	Geringe Problematiken
	Das Ziel der Anwendung konnte erreicht werden aber mit erheblichen Abweichungen und unter erheblichen Anstrengungen. Wenn das angekreuzt wird, öffnet sich eine qualitative Frage: Welche Schwierigkeiten zeigten sich?	Größere Problematiken
	Das Ziel der Anwendung konnte nicht erreicht werden. Wenn das angekreuzt wird, öffnet sich eine qualitative Frage: Was führte zum Nichterreichen des Ziels?	Vorzeitige Beendung

B.2 Wie bewerten Sie die Datengrundlage am von Ihnen bearbeiteten Standort?

Sehr gut	gut	mangelhaft	unzureichend
----------	-----	------------	--------------

Unterfragen, wenn nur „gut, mangelhaft oder unzureichend“:

Welche Daten haben Ihnen gefehlt?

Konnten Sie die Daten auf Umwegen erlangen?

Können Sie Gründe für die fehlenden Daten nennen?

B.3 Wie bewerten Sie die Methode allgemein:

Sehr gut	gut	mangelhaft	unzureichend
----------	-----	------------	--------------

Offene Fragen:

F.1 Könnten Sie sich vorstellen, dass die Bewertungsmethode zur Kulturanpassung im Planungsprozess eingesetzt wird? Wenn ja: wo würden Sie einen Anwendungsfall bei Ihnen sehen? Wenn nein: warum nicht?

F.2 Welche Stärken hat die Bewertungsmethode zur Kulturanpassung?

F.3 Wo sehen Sie Schwächen der Bewertungsmethode zur Kulturanpassung?

F.4 Haben Sie Verbesserungsvorschläge zu dem Bewertungsentwurf der Kulturanpassung?

Fragen für die Ressourcenexperten:

Einstiegsfrage:

F.1 Welches Land haben Sie bearbeitet?

Hypothesenfragen:

Stimmen Sie den folgenden Hypothesen zu?

1 stimme überhaupt nicht zu	2 stimme eher nicht zu	3 teils / teils	4 stimme eher zu	5 stimme voll und ganz zu
--------------------------------	---------------------------	--------------------	---------------------	------------------------------

H.1 Die Methode zur Ermittlung der Klima- und Kulturanpassung liefert einen wertvollen Beitrag im klima- und kulturgerechten Bauen.

H.2 Durch die Berücksichtigung der Ökobilanz und der Lebenszykluskostenanalyse wird die Methode zur Ermittlung der Klima- und Kulturanpassung ganzheitlich.

H.3 Die Methode ist logisch und schlüssig.

H.4 Der Standort konnte mit Hilfe einer Software zur Ökobilanzierung untersucht werden.

H.5 Der Standort konnte mit Hilfe einer Software zur Lebenszyklusanalyse untersucht werden.

Wenn nicht zugestimmt wird, öffnet sich eine qualitative Frage nach dem Grund.

Bewertung:

B.1 Bitte bewerten Sie den Erfolg der Anwendung bezüglich der Ökobilanzierung (Single-Choice Frage)

	Das Ziel der Anwendung konnte ohne Probleme erreicht werden.	Keine Problematiken
	Das Ziel der Anwendung konnte erreicht werden mit Umwegen und kleineren Mängeln. Wenn das angekreuzt wird, öffnet sich eine qualitative Frage: Welche Schwierigkeiten zeigten sich?	Geringe Problematiken
	Das Ziel der Anwendung konnte erreicht werden aber mit erheblichen Abweichungen und unter erheblichen Anstrengungen. Wenn das angekreuzt wird, öffnet sich eine qualitative Frage: Welche Schwierigkeiten zeigten sich?	Größere Problematiken
	Das Ziel der Anwendung konnte nicht erreicht werden. Wenn das angekreuzt wird, öffnet sich eine qualitative Frage: Was führte zum Nichterreichen des Ziels?	Vorzeitige Beendung

B.1 Bitte bewerten Sie den Erfolg der Anwendung bezüglich der Lebenszykluskostenanalyse (Single-Choice Frage)

	Das Ziel der Anwendung konnte ohne Probleme erreicht werden.	Keine Problematiken
	Das Ziel der Anwendung konnte erreicht werden mit Umwegen und kleineren Mängeln. Wenn das angekreuzt wird, öffnet sich eine qualitative Frage: Welche Schwierigkeiten zeigten sich?	Geringe Problematiken
	Das Ziel der Anwendung konnte erreicht werden aber mit erheblichen Abweichungen und unter erheblichen Anstrengungen.	Größere Problematiken

	Wenn das angekreuzt wird, öffnet sich eine qualitative Frage: Welche Schwierigkeiten zeigten sich?	
	Das Ziel der Anwendung konnte nicht erreicht werden. Wenn das angekreuzt wird, öffnet sich eine qualitative Frage: Was führte zum Nichterreichen des Ziels?	Vorzeitige Beendung

B.2 Wie bewerten Sie die Datengrundlage am von Ihnen bearbeiteten Standort bezüglich der Ökobilanz?

Sehr gut	gut	mangelhaft	unzureichend
----------	-----	------------	--------------

Unterfragen, wenn nur „gut, mangelhaft oder unzureichend“:

Welche Daten haben Ihnen gefehlt?

Konnten Sie die Daten auf Umwegen erlangen?

Können Sie Gründe für die fehlenden Daten nennen?

B.3 Wie bewerten Sie die Datengrundlage am von Ihnen bearbeiteten Standort bezüglich der Lebenszykluskosten?

Sehr gut	gut	mangelhaft	unzureichend
----------	-----	------------	--------------

Unterfragen, wenn nur „gut, mangelhaft oder unzureichend“:

Welche Daten haben Ihnen gefehlt?

Konnten Sie die Daten auf Umwegen erlangen?

Können Sie Gründe für die fehlenden Daten nennen?

B.3 Wie bewerten Sie die Methode allgemein:

Sehr gut	gut	mangelhaft	unzureichend
----------	-----	------------	--------------

Offene Fragen:

F.1 Könnten Sie sich vorstellen, dass die Bewertungsmethode der Klima- und Kulturanpassung im Planungsprozess eingesetzt wird? Wenn ja: wo würden Sie einen Anwendungsfall bei Ihnen sehen? Wenn nein: warum nicht?

F.2 Welche Stärken hat diese Methode?

F.3 Wo sehen Sie Schwächen?

F.4 Haben Sie Verbesserungsvorschläge zu dem Bewertungsentwurf?

Wer zum Schluss kommt, muss noch lange nicht am Ende sein.

Manfred Martin