

User in the loop: Konzeption und Entwicklung von Nutzerschnittstellen für "Mobility-on-demand"-Konzepte

André Dettmann¹, Martin Jentsch¹, Paul Leiber¹, Angelika C. Bullinger¹ und Dorothea Langer²

¹Chemnitz University of Technology, Chair for Ergonomics and Innovation Management, Chemnitz, Germany

²Chemnitz University of Technology, Cognitive and Engineering Psychology, Chemnitz, Germany

E-mail: andre.dettmann@mb.tu-chemnitz.de

ABSTRACT: Within the project "fahrE", an interdisciplinary team of researchers developed a mobility concept for local transport needs. The aim is to connect four university sites by "green" means of transportation. Users will obtain information and request bookings by using a web-based and a comparable smartphone-based-system. The usage of this system is going to be tested in the subsequent one-year field test to obtain information about the usability of both systems. While the mobility concept as a whole is barely changeable, the GUI of the application is easily changeable. In an "User in the Loop" architecture, the GUI is going to be changed using a server-controlled software feature to provide systematic variations of the GUI to determine the effect of different user interfaces for the operation, user acceptance and the users overall mobility behavior in the field test.

Keywords: Usability, Akzeptanz, Usability Engineering, Elektromobilität, fahrE

1. Einleitung

Auch kurze Entfernungen werden heutzutage zumeist mit einem Automobil mit Verbrennungsmotor zurückgelegt. Private Pkw in Deutschland haben eine niedrige durchschnittliche Nutzungsdauer und Besetzungsdichte. Darüber hinaus ist die durchschnittlich gefahrene Tagesstrecke im urbanen Raum mit 45 Kilometern eher gering [1]. Aus diesen Gründen sowie durch die zunehmende Verknappung fossiler Brennstoffe werden innovative Mobilitätskonzepte und ein verändertes Mobilitätsverhalten der Nutzer auch politisch gefordert. Die Bundesregierung hat daher das Ziel ausgegeben die Anzahl von Elektrofahrzeugen deutlich zu steigern [2].

Elektrofahrzeuge können bereits heute den Großteil der Fahrten eines durchschnittlichen Autofahrers im urbanen Bereich bewältigen. Insbesondere die Kombination von Mobility-on-Demand-Systemen, also die sequentielle Nutzung von Fahrzeugen innerhalb des Servicegebietes durch unterschiedliche Nutzer, mit Elektrofahrzeugen, können einen ersten Ansatz für neue Mobilitätskonzepte liefern. Bestehende Mobility-on-Demand-Systeme können durch weitere Angebote wie (Elektro-)Fahrräder und öffentlichen Personennahverkehr erweitert werden und ermöglichen so eine multimodale Mobilität für den Nutzer. Die in diesen Mobility-on-Demand-Konzepten verwendeten Fortbewegungsmittel werden folgend als Mobilitätsplattform bezeichnet.

Die Herausforderung bei der Einführung eines multimodalen Mobility-on-Demand-Konzeptes besteht darin, die Nutzer zur Nutzung des Systems zu motivieren und die Nutzungshäufigkeit zu steigern. Hierbei besteht die Herausforderung, dass der Nutzer seine Mobilität stärker als bisher planen muss. Nicht nur der Weg an sich muss geplant werden, sondern gleichfalls die Wahl des Verkehrsmittels, welche wiederum abhängig von Verfügbarkeit und Standort ist. Um dem Nutzer die Annahme des Mobilitätskonzeptes zu erleichtern, ist ein System notwendig, das die Planung übernimmt und dem Nutzer das Ergebnis informativ darstellt. Das System muss dabei eine Mobilitätsplattform mit einer auf mobilen Endgeräten verfügbaren Mobilitätsapplikation verbinden, um den Nutzer nahtlos und mit möglichst geringem Aufwand bei der Nutzung zu unterstützen. Durch die hohe Verbreitung von Smartphones und dem permanenten Zugang zum Internet kann der Nutzer jederzeit und überall Informationen zur Verfügbarkeit der Fahrzeuge einholen und spontane Buchungen im System vornehmen.

Das vorliegende Papier betrachtet in diesem Kontext Aspekte, die bei der Gestaltung eines multimodalen Mobilitätskonzeptes betrachtet werden müssen. Dabei soll auf Fragestellungen bezüglich der Usability, Akzeptanz und der daraus resultierenden Nutzungshäufigkeit des Gesamtsystems eingegangen werden. Im Projektverlauf soll weiterhin evaluiert werden, welchen Einfluss die Gestaltung der Software-HMIs darauf hat. Um diese und weitere

Fragestellungen beantworten zu können, wurde ein interdisziplinäres Forschungsprojekt zur Gestaltung, prototypischen Umsetzung und Einführung eines multimodalen Mobilitätsangebots inklusive der Evaluation im Feld ins Leben gerufen. An dem Projekt arbeiten die vier Professuren Arbeitswissenschaft & Innovationsmanagement, Allgemeine- & Arbeitspsychologie, Nachrichtentechnik und Energie- und Hochspannungstechnik aus den Fachbereichen Maschinenbau, Elektrotechnik und Psychologie der Technischen Universität Chemnitz zusammen. Bei der praktischen Umsetzung des Projektvorhabens sind neben der Stadt Chemnitz mehrere öffentliche und privatwirtschaftliche Einrichtungen, Unternehmen und Mobilitätsanbieter beteiligt. Gefördert wird das Projekt vom Europäischen Sozialfond in Kooperation mit dem Freistaat Sachsen und der Sächsischen AufbauBank, ohne die eine Bearbeitung des Projektes nicht möglich wäre.

Das Forschungsprojekt fahrE und eine erste Studie werden im Folgenden vorgestellt. Die Ergebnisse dieser ersten Studie verweisen auf den Bedarf der Verknüpfung der bisher häufig getrennt beforschten Themenfelder Usability und Akzeptanz. Daher folgt in Kapitel 3 eine disziplinübergreifende kritische Literaturübersicht zu diesen Themen, welche auf derzeitige Forschungslücken und Handlungsbedarfe verweist. Diskussion und Ausblick schließen den vorliegenden Beitrag.

2. Das empirische Feld „fahrE“

Im Rahmen des Projektes „fahrE - Konzepte für multimodale Mikromobilität unter Nutzung lokaler regenerativer Energien“ entwickelt ein interdisziplinäres Forscherteam der TU Chemnitz ein lokal begrenztes Mobility-On-Demand-Konzept. Der Begriff *Mikromobilität* ist ein in der wissenschaftlichen Literatur wenig verwendeter Begriff, der bisher nicht zufriedenstellend definiert und abgegrenzt ist. Im Kontext des Projektes fahrE versteht man unter Mikromobilität das Absolvieren von Wegen in urbanen Umgebungen, welche der betrieblichen Organisation und Kommunikation dienen. In diesem Rahmen ermöglicht das Konzept den innerbetrieblichen multimodalen Transport von Mitarbeitern, welche mit Hilfe einer neuentwickelten innovativen Web- und Smartphone-Applikation, dem sogenannten Mobilitätsassistenten, anstehende Dienstwege umweltfreundlich und effizient planen und organisieren können. Dieser Mobilitätsassistent gibt Vorschläge zur schnellsten und gleichzeitig umweltfreundlichsten Transportmöglichkeit zwischen den Standorten der TU Chemnitz. Die Standorte sind im Durchschnitt 3,5 km und maximal 5,1 km voneinander entfernt und verfügen über eine Anbindung an das ÖPNV-Netz. Der Weg zwischen den Standorten ist teilweise ohne, teilweise mit Umsteigen mit dem ÖPNV realisierbar (siehe Abbildung 1). Die Nutzer können die Transportmittel (Elektrofahrzeug, Pedelec, ÖPNV etc.) entsprechend der Verfügbarkeit, der Vorschläge und in Abhängigkeit von

persönlichen Randbedingungen (Zeitaufwand, Wetter, Gepäck etc.) buchen. Durch die informatorische Vernetzung der eingesetzten Fahrzeuge und der Ladestationen für die Elektrofahrzeuge mit einem Server-Backend und der permanenten Kommunikation und Kooperation sämtlicher Systemelemente (vgl. „Internet der Dinge“ [3]) steht ein umfassender Informationskatalog zur Verfügung, welcher sich zusätzlich für sekundäre Anwendungen wie bedarfs- und ökologiegerechte Ladesteuerung sowie erweitertes Flottenmanagement nutzen lässt.

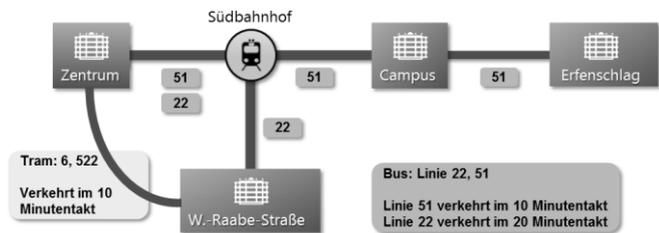


Abb. 1: Lage und Anbindung der Standorte an den ÖPNV

Durch die Vernetzung der über das Stadtgebiet verteilten vier Universitätsstandorte mit umweltfreundlichen Verkehrsmitteln entsteht somit ein Pilot, in dem die multimodale Nutzung von Mobilitätsplattformen in kleinen, geschlossenen Fuhrparks unter realen, aber dennoch kontrollierten Bedingungen systematisch erfasst werden kann. Das Konzept lässt sich in Folge auf Unternehmen mit verteilten Standorten oder Fuhrparks kommunaler Einrichtungen übertragen, was langfristig zu einer kostengünstigeren Mobilität der Mitarbeiter und einer verbesserten Umweltbilanz des Fuhrparks beitragen kann.

Die Auslegung des Konzepts sowie die spätere Gestaltung der Nutzerschnittstelle erfolgte entlang des Usability-Engineering Prozesses (DIN EN ISO 9241-210) [4]. Anhand von Szenarien-Erstellung und der Ableitung von Use Cases wurden erste Anforderungen an das Konzept abgeleitet. Die Ergebnisse dieser Arbeitsschritte flossen in einen technischen Anforderungskatalog in dem die benötigten Kommunikationswege, die Art der Datenübermittlung und Hardwarespezifikationen zusammengefasst wurden. Diese theoretisch hergeleiteten Anforderungen wurden in einem weiteren Schritt durch eine Online-Befragung der Mitarbeiter der TU Chemnitz zum realen, derzeitigeren Mobilitätsverhaltens der späteren Nutzer ergänzt.

Diese repräsentative Befragung der ca. 4000 Mitarbeiter wurde im Juli sowie im Dezember 2012 durchgeführt. Beide Befragungszeitpunkte befanden sich in der Vorlesungszeit des jeweiligen Semesters, um auch die Mobilität aufgrund von Lehrverpflichtungen zu erfassen. Die Befragung enthielt verschiedene Teile mit demografischen Angaben, Aussagen zum hauptsächlichen Arbeitsstandort und zur üblichen Mobilität zwischen den Universitätsstandorten, sowie ein retrospektives Wegetagebuch aller Standortwechsel zwischen den Universitätsstandorten in der Woche vor der Befragung. An der Befragung im Juli nahmen 399 Personen teil mit einem mittleren Alter von 34 Jahren (SD = 10,6), von denen 61,7 % Männer waren. Im Dezember beteiligten sich 178 Personen, die ebenfalls im Mittel 34 Jahre (SD = 11,0) alt waren, mit einem männlichen Anteil von 52,8 %. Von 79 Personen stehen Angaben aus beiden Befragungen zur Verfügung.

Aus dem retrospektiven Wegetagebuch konnten für den Sommer insgesamt 525 Wege (1,32 pro Mitarbeiter) und für den Winter 294 Wege (1,65 pro Mitarbeiter) zwischen den Standorten ermittelt werden. Ungefähr die Hälfte der Befragten (Sommer: 209 Personen [52,4%]; Winter: 90 Personen [50,6%]) wechseln in der erfassten Woche mindestens einmal den Universitätsstandort, davon knapp zwei Drittel (Sommer 131 Personen [62,7%]; Winter 57 Personen [63,3%]) ein- bis zweimal. Die Verteilung der genutzten Verkehrsmittel auf Basis der zurückgelegten Wege, in der Verkehrsforschung üblicherweise Modal Split benannt, konzentriert sich weitgehend auf den motorisierten Individualverkehr, der fast zwei Drittel der Gesamtfahrten ausmacht und in erster Linie aus

Pkw-Fahrten besteht (Sommer: 63,9%; Winter: 58,7%). Dabei wird nur ein sehr geringer Teil mit einem Dienstfahrzeug abgedeckt (Sommer: 2,1%; Winter: 0,7%). In über der Hälfte der Autofahrten (Sommer: 67,3%; Winter: 56,4%) steuerten die Befragten das Auto selbst. Dabei fuhren sie im überwiegenden Teil der Fälle ohne Mitfahrer. Mit über 20% der Fahrten nimmt der Öffentliche Personennahverkehr einen ungewöhnlich hohen Anteil im Modal Split ein [5]. Dieser steigt im Winter zu Lasten der Fahrradanteile sogar auf über 30% an. In Tabelle 1 sind die Anteile der genutzten Verkehrsmittel bei den erfassten Wegen detailliert aufgeführt.

Tab. 1: Modal Split auf Basis der zurückgelegten Wege

Verkehrsmittel	Häufigkeit		Anteil in %	
	Sommer	Winter	Sommer	Winter
Zu Fuß	17	7	3,2	2,4
Fahrrad	55	13	10,5	4,4
Mot. Zweirad	5	0	1,0	0,0
Privat-Pkw	319	171	60,8	58,0
Dienst-Pkw	11	2	2,1	0,7
ÖPNV	112	94	21,3	31,9
Sonstiges	6	8	1,1	2,7
Gesamt	525	295	100,0	100,0

Die Ergebnisse liefern eine fundierte Grundlage für die konkrete Auslegung des Mobilitätskonzepts, belegen den Bedarf eines alternativen Mobilitätskonzept und zeigen das mögliche Potenzial die Mobilität der Mitarbeiter der TU Chemnitz grundlegend zu verändern indem die Nutzer der Privat-PKW auf die Transportmittel des Projektes *fahrE* zurückgreifen. Durch die Bereitstellung der Fahrzeuge und einem erleichterten Zugang zum Angebot des ÖPNV durch Job-Tickets kann bereits ein monetärer Anreiz zur Nutzung des Mobility-On-Demand-Systems geschaffen werden, da die Fahrzeuge und der ÖPNV kostenlos bereitgestellt werden.

Dieser monetäre Aufwand als Einflussfaktor bei der Wahl des Transportmittels wurde in Kombination mit anderen Einflussfaktoren wie Wetter, Umweltfreundlichkeit, Verfügbarkeit von Transportmitteln, Zugang zu Abstellmöglichkeiten und Schnelligkeit abgefragt. Dabei konnten die Befragten 100 Punkte auf die genannten Einflussfaktoren frei verteilen. Die Schnelligkeit des Transportmittels stellt hierbei den signifikant wichtigsten Einflussfaktor bei der Wahl des Transportmittels dar. Weiterhin ist in Abbildung 2 zu sehen, dass die Probanden den monetären Aufwand als wichtig erachten. Zudem ergab die Umfrage, dass funktionale Einflussfaktoren, wie zum Beispiel Schnelligkeit und Verfügbarkeit der Transportmittel einen größeren Einfluss auf die Wahl des Verkehrsmittels haben als normative Aspekte wie Umweltfreundlichkeit.

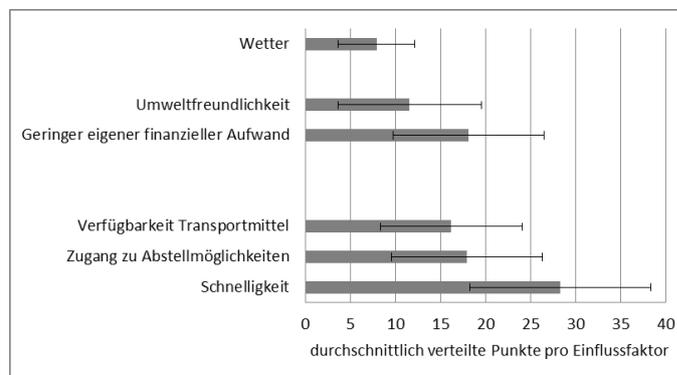


Abb. 2: Einflussfaktoren bei der Wahl des Transportmittels

Durch die kostenlose Bereitstellung der Fahrzeuge im System wird der Low-Cost-These, welche besagt, „dass Umwelteinstellungen das Umweltverhalten am ehesten in Situationen beeinflussen, die mit geringen Kosten [...] verknüpft sind“ [6], Genüge getan, um dem Nutzer den Umstieg vom privaten PKW auf die vom Projekt *fahrE* bereitgestellten Mobilitätsplattformen zu erleichtern. Matthias et al.

kritisiert jedoch, dass die Low-Cost-These nicht weit genug greift und z.B. den Einfluss der Gewohnheit nicht berücksichtigt [7]. Wie aus der Umfrage hervorging, weist die Nutzung des privaten PKW einen sehr hohen Anteil (Sommer: 60,8%; Winter: 58%) beim Transport zwischen den Standorten auf. Es kann unter Umständen dazu führen, dass der Nutzer von *fahrE* nur auf die zur Verfügung gestellten Elektroautos zugreift und somit den Transport „nur“ mit einem kostenlosen und „grünen“ Dienstwagen durchführt. Dieses nicht beabsichtigte Verhalten könnte zu einer Vernachlässigung der Pedelecs oder dem öffentlichen Personennahverkehr als alternative Transportangebote führen.

Bei der Gestaltung des Mobilitätskonzeptes mit dem Ziel einer optimalen Auslastung aller bereitgestellten Transportmittel lassen sich funktionale Faktoren mit den Methoden des Usability Engineering wesentlich besser kontrollieren und prüfen als die gesellschaftlichen oder emotionalen Einflussfaktoren, die allerdings für die Akzeptanz des Systems und einer umfassenden und langfristigen Übernahme durch den Nutzer eine bedeutende Rolle spielen [8]. Diese ersten Ergebnisse der Studie zeigen, dass während der Gestaltung des multimodalen Mobilitätskonzeptes den funktionalen wie den emotionalen Einflussfaktoren Beachtung geschenkt werden muss. Das heißt, dass die Methoden aus dem Bereich des Usability Engineerings und der Akzeptanzforschung verschränkt werden müssen. In den nächsten zwei Kapiteln wird daher ein kritischer Literaturüberblick zu Usability Engineering und Akzeptanzforschung gegeben.

3 Usability Engineering und Akzeptanz

Vor dem Hintergrund der Entwicklung eines multimodalen Mobilitätskonzeptes, das vom Nutzer akzeptiert und genutzt werden soll, werden im Folgenden die jeweiligen Forschungserkenntnisse vorgestellt und mit dem Ziel gegenübergestellt, Vorteile und Defizite der beiden Bereiche feststellen und identifizieren zu können.

3.1. Usability-Forschung und emotionale Aspekte

Das Projekt *fahrE* bedient sich bei der Entwicklung und Gestaltung des Mobilitätskonzeptes aus dem ingenieurwissenschaftlichen Bereich der Produktergonomie, die den Umgang von Nutzern mit technischen Systemen erforscht und technische Systeme mit den Zielen gestaltet, die Belastung auf den Nutzer zu verringern und die Leistung des Mensch-Maschine-Systems zu steigern. Dabei wird das System durch ergonomische Gestaltung soweit wie möglich an die Eigenschaften der Nutzer angepasst, d. h. seine Usability (Gebrauchstauglichkeit) erhöht. Die im ingenieurwissenschaftlichen Kontext am weitesten verbreitete Definition von Usability ist in der internationalen Norm DIN EN ISO 9241-210 [4] zu finden. Usability ist dort definiert als das „Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen“. Die Effektivität beschreibt, wie gut und wie vollständig der Nutzer sein Ziel erreichen kann. Ein Maß hierfür kann beispielsweise die Anzahl der Fehler bei der Aufgabenerfüllung sein. Die Effektivität lässt sich meist sehr gut an objektiven Parametern messen. Die Effizienz ist der „im Verhältnis zur Genauigkeit und Vollständigkeit eingesetzte Aufwand, mit dem ein Benutzer ein bestimmtes Ziel erreichen“ kann. Je nachdem, was als Maß für die Effizienz herangezogen wird, können subjektive oder objektive Parameter gemessen werden. Ein subjektiver Parameter ist beispielsweise die Beanspruchung der Nutzer die über den Nasa Task Load Index (NASA TLX) [9] erfasst werden kann. Objektive Parameter sind beispielsweise die zur Aufgabenerfüllung benötigte Zeit oder die verbrauchten Ressourcen in Form von Arbeitsmaterial oder nicht zielführenden Bedienschritten. Die Zufriedenstellung wird definiert als die „Freiheit von Beeinträchtigungen und positive Einstellungen gegenüber der Nutzung des Produkts“. Die Zufriedenstellung ist also ein subjektives Konzept und lässt sich ausschließlich mittels Befragungen messen.

Die beschriebene Definition von Usability sieht sich derzeit drei Herausforderungen gegenübergestellt. Die erste Herausforderung

betrifft das Konzept der Zufriedenstellung. Zunehmend wird der „Spaß an der Bedienung“ als notwendige Produkthanforderung geäußert [10], [11]. Obwohl der Spaß an der Bedienung teilweise als Element der Zufriedenstellung betrachtet wird [12], ist diskutabel, ob die Definition tatsächlich auch Spaß umfasst. Das Konzept der Zufriedenstellung erscheint insbesondere unzulänglich angesichts der Forderung, dass die Benutzung eines Systems sogar Begeisterung wecken soll [13]. In Anlehnung an Norman [14] kann geschlossen werden, dass funktionale Aspekte der Systemnutzung gegenüber emotionalen Aspekten in den Hintergrund treten und Systeme nicht mehr nur vordringlich zur Aufgabenerfüllung genutzt werden, sondern zunehmend auch Spaß und Begeisterung auslösen sollen, ähnlich wie es bei Automobilen schon seit längerem der Fall ist [15].

Die zweite Herausforderung betrifft den Zusammenhang zwischen Effektivität, Effizienz und Zufriedenstellung. Hier existieren zwei unterschiedliche Perspektiven. Eine Sichtweise betont die objektiven Aspekte der Aufgabenbearbeitung und stellt einen hierarchischen Zusammenhang zwischen Effektivität, Effizienz und Zufriedenstellung her (siehe Abb.3): Effektivität stellt die Basis einer Pyramide dar, Effizienz den Mittelteil und Zufriedenstellung die Spitze. So kann nur ein effektiv benutzbares System auch effizient benutzbar sein, und nur ein effizient bedienbares System kann zu Zufriedenstellung führen [16].



Abb. 3: Hierarchische Darstellung für die Maße der Gebrauchstauglichkeit

Im Widerspruch dazu steht die Sichtweise, dass die Zufriedenstellung weniger stark von Effektivität und Effizienz abhängt. Diese zweite Perspektive korrespondiert insofern mit den oben erwähnten neueren Forschungsthemen des Spaßes und der Begeisterung, als dass die Betonung hier auf den subjektiv erfahrbaren Aspekten der Benutzung von Systemen liegt.

Die dritte Herausforderung betrifft das Vorgehen zum Erreichen von Usability. Dazu wird in DIN EN ISO 9241-210 [4] die sog. nutzerzentrierte Produktentwicklung als besonders geeignete Methode beschrieben. Abbildung 4 zeigt dabei den beschriebenen idealtypischen, iterativen Prozess, bei dem zuerst der Nutzungskontext analysiert wird, anschließend darauf aufbauend Produkthanforderungen definiert werden, woraufhin Produktkonzepte entwickelt werden, die anschließend auf ihre Usability hin analysiert werden. Die bei dieser Analyse aufgedeckten Schwachstellen führen zu einem erneuten Durchlaufen des Kreislaufes, bis das Produkt den Anforderungen genügt.

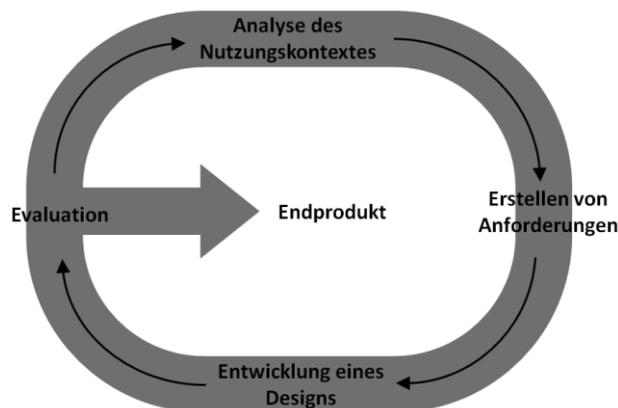


Abb. 4: Der Usability-Engineering-Prozess nach DIN 9241-210

Im Rahmen der nutzerzentrierten Produktentwicklung sind Experten- und Nutzerverfahren etablierte Methoden. Bei Expertenverfahren nehmen Usability-Experten die Rolle des Nutzers ein und bewerten Usability-Aspekte eines Systems. Ein Vorteil von Expertenverfahren besteht darin, dass sie schon in sehr frühen Phasen der Produktentwicklung eingesetzt werden können, in denen noch kein Prototyp des Systems zur Verfügung steht. Allerdings können durch Expertenverfahren überwiegend nur objektive Eigenschaften eines Systems bewertet werden, die subjektiv erfahrbare Aspekte sind durch Experten schlecht bewertbar. Bei Nutzerverfahren werden geeignete Nutzer eines Systems rekrutiert, die das System hinsichtlich der Usability bewerten. Nutzerverfahren zeichnen sich dadurch aus, dass sie sinnvoll erst in Produktentwicklungsphasen eingesetzt werden können, in denen ein rudimentäres Modell des zu entwickelnden Systems existiert. Dafür erlauben Nutzertests neben der Erhebung objektiver Nutzungsparameter auch das Abprüfen von subjektiv erlebbaren Systemeigenschaften und Emotionen wie Begeisterung. Die Eigenschaften von Experten- und Nutzerverfahren zeigen, dass besonders in frühen Phasen der Produktentwicklung nur die objektiven Kriterien der Usability hinreichend modelliert und bei den Nutzern abgefragt werden können. Die subjektiven Aspekte der Usability, Spaß oder gar Begeisterung sind in diesen frühen Phasen kaum durch die Methoden der nutzerzentrierten Produktentwicklung vorherzusagen, da von den potentiellen Nutzern die dafür notwendige Abstraktionsfähigkeit nicht erwartet werden kann und entsprechend realistische Modelle oft noch nicht zur Verfügung stehen.

3.2. Akzeptanzforschung und Usability

Bei der Konzeption innovativer Systeme spielt die Akzeptanz der Nutzer eine entscheidende Rolle. Dies betrifft zum einen die Entscheidung zum Kauf oder zur Übernahme, zum anderen, den noch wichtigeren Faktor der tatsächlichen Nutzung. In der verhaltenswissenschaftlichen Literatur gibt es eine Vielzahl von Ansätzen, um diese zu erwartende Akzeptanz zu bestimmen. Während die Begriffe Usability und Akzeptanz häufig in einem Atemzug genannt werden, gibt es derzeit kein einheitliches Verständnis, wie die Schnittmenge der beiden theoretischen Konstrukte definiert ist. In Folge werden daher wichtige Modelle der Akzeptanzforschung vorgestellt und geprüft, inwiefern die funktionalere Perspektive der Usability darin als Einflussgröße auftritt.

Mit der Theorie des überlegten Handelns (Theory of Reasoned Action - TRA) sagten Fishbein und Ajzen 1975 [17] das Nutzerverhalten durch eine Verhaltensabsicht vorher, welche aus individuellen Erwartungen zu den Verhaltenskonsequenzen und den Überzeugungen zu normativen Erwartungen anderer entsteht. Das Modell wurde später von Ajzen [18] zur Theorie des geplanten Verhaltens (Theorie of Planned Behavior - TPB) weiterentwickelt und um die Einflussgröße wahrgenommene Verhaltenskontrolle, also den erwarteten Aufwand bzw. die Fähigkeiten zur Umsetzung des Verhaltens, ergänzt. Die TPB verspricht, die Einflussgrößen auf ein bestimmtes Verhalten zu ermitteln und diese dann dahingehend zu beeinflussen, dass ein erwünschtes Verhalten häufiger gezeigt wird.

Davis [19] veröffentlichte 1989 mit dem Technologie Akzeptanz Modell (TAM) einen vereinfachten Ansatz, in den Teile der von Fishbein & Ajzen genannten Theorien einfließen. Venkatesh und Davis [20] ergänzten das Modell um soziale Einflussfaktoren und kognitive Prozesse, so dass der Nutzer nicht mehr unabhängig von seiner sozialen Umwelt agiert. Mit der nächsten Stufe, der Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) [21] wurden weitere Einflussgrößen auf das Nutzerverhalten identifiziert und deren Erklärungswert in empirischen Untersuchungen überprüft; allerdings findet wie bei den anderen Ansätzen auch hier keine Quantifizierung objektiver Maße der Usability statt.

Die Schwierigkeit der Verschränkung des Usability Engineering und seiner gängigen Methoden mit den Modellen der Akzeptanzforschung lässt sich besonders gut an Kollmanns dynamischem Akzeptanzmodell [22] erläutern. Kollmann

unterscheidet dabei zwischen den zeitlich aufeinander folgenden Einstellungs-, Handlungs- und Nutzungsphasen. Schon vor dem Erleben eines Systems besteht eine Einstellung gegenüber dem System, die Handlungsebene sowie die Nutzungsebene können mangels des Erlebens der Nutzer mit dem System nur in Form von Erwartungen erhoben werden. Durch das erste Erleben des Systems wandelt sich die erwartete Handlungsebene in eine reale Handlungsebene. Analog dazu wird durch die durch längere Nutzung erworbene Erfahrung aus der erwarteten Nutzungsebene eine tatsächliche Nutzungsebene. Dieser mehrdimensionale Ansatz beansprucht damit, die Nutzerakzeptanz in den jeweiligen Phasen und für deren gegenseitige Beeinflussung vorherzusagen. Die Nutzungsebene des dynamischen Akzeptanzmodells entspricht weitestgehend dem Handlungsfeld des Usability Engineerings.

An diesem dynamischen Akzeptanzmodell fallen drei potentielle Schwachstellen auf. Zum ersten werden trotz der konzeptuellen Ähnlichkeit zur Usability in der Nutzungsphase keinerlei objektive Usability-Parameter wie Bedienzeiten oder Fehler erhoben, sondern nur Befragungen zum Erleben der Nutzer durchgeführt. Zum zweiten kann als Schwachpunkt angesehen werden, dass in diesem Modell keine Veränderung der Akzeptanz im Laufe der Zeit auf Grund verschiedener Einflussfaktoren vorgesehen ist [23]. Zum dritten besteht, ähnlich wie im Bereich des Usability Engineerings, die grundsätzliche Problematik, dass Nutzer häufig Schwierigkeiten haben, in frühen Phasen der Produktentwicklung subjektive Aspekte der Systemnutzung vorherzusagen, ganz besonders bei radikalen Innovationen wie dem zu entwickelnden Mobilitätskonzept.

3.3. Synopsis

Die Darstellung der beiden Forschungsstränge im Feld Usability und Akzeptanz zeigt, dass im Bereich des Usability Engineering Lücken in den emotionalen Bereichen und in den entsprechenden Methoden auftreten, die es zu schließen gilt, um weiterhin zu Systemen beizutragen, die Kunden gerne kaufen, benutzen und wiederkufen. Auf der Seite der Akzeptanzforschung dagegen besteht ein Defizit in der Betrachtung von objektiven Faktoren der Usability sowie ebenfalls in Methoden, die durch die Einbeziehung von Nutzern schon in frühen Produktentwicklungsphasen Akzeptanz sicherstellen kann.

Aus der Synthese von Erkenntnissen aus der Akzeptanzforschung und des Usability Engineering Prozesses lässt sich das disziplinübergreifende Ziel ableiten, ein Bewusstsein für die Funktionalitäten und den damit verbundenen persönlichen Vorteil durch die Nutzung des neuen Systems zu erzeugen und über den Spaß bei der Bedienung Nutzer zu gewinnen. Eine an den Nutzer angepasste Funktionalität eines Systems lässt sich durch die Anwendung der herkömmlichen Methoden des Usability Engineerings sicherstellen. Anders sieht es bei den emotionalen Eindrücken der Nutzer aus, da Nutzern besonders bei innovativen Lösungen wie dem zu entwickelnden Mobilitätskonzept oft die Vorstellungskraft fehlt, ein in der Idee- oder Konzeptphase befindliches System hinsichtlich Begeisterung und Akzeptanz zu bewerten. So fehlen den Entwicklern wichtige Eingangsgrößen, um die in der Einführungsphase wichtigen positiven Emotionen bezüglich des Systems entweder durch die Anpassung der Systeme oder durch die Veränderung der Einstellung der Nutzer zu erreichen [24].

Dass gerade die emotionalen Aspekte für die Einführung von Innovationen besonders wichtig sind, zeigten Bauer et al. [8] in einer Studie zu den Einflussfaktoren auf die Akzeptanz von Location Based Services. Dabei wurde deutlich, dass das wahrgenommene Vergnügen einen erheblichen Einfluss auf die Einstellung zur Nutzung hat. Weit weniger tragen die Faktoren wahrgenommene Preiswürdigkeit und wahrgenommene Dienstqualität zur Nutzungseinstellung bei. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass vor allem bei innovativen Systemen in der Einführungsphase weniger die funktionalen und Qualitätsaspekte, sondern vielmehr die Begeisterung für das System eine zentrale Rolle spielen [25]. Diese Erkenntnis stärkt die Herausforderung an das Usability Engineering, zwischen subjektiven und objektiven Aspekten zu unterscheiden und das Konzept der Zufriedenstellung

zu schärfen. Interessant ist dabei auch, dass Homburg, Koschate und Hoyer [26] zeigen konnten, dass die emotionale Komponente mit steigender Nutzungsdauer zu Gunsten der funktionalen Komponente an Bedeutung verliert und somit wieder die objektiven Kriterien des Usability Engineerings in den Vordergrund treten.

Um ein System so zu gestalten, dass seine Benutzung positive Emotionen hervorruft, sind drei Ansätze vorstellbar. Ein produktbezogener Ansatz besteht darin, durch den Aufbau von Prototypen schon in sehr frühen Phasen der Produktentwicklung den Kunden Hilfsmittel an die Hand zu geben, um bei ihnen realistische emotionale Eindrücke zu erwecken, die anschließend in Form von Akzeptanz und Begeisterung erhoben werden können. Möglichkeiten hierzu sind beispielsweise diagonale Prototypen, wie sie beim Vorgehen des Open Prototyping [27] genutzt werden. Um die emotionalen Eindrücke zu erheben, sind jedoch Prototypen sehr fortgeschrittener Detaillierung notwendig, deren Erstellung gerade in frühen Stadien der Produktentwicklung zu einem erhöhten Aufwand führen kann.

Ein zweiter nutzerbezogener Ansatz besteht darin, aus der Gruppe der potentiellen Nutzer besonders geeignete auszuwählen, die befähigt sind, Innovationen in frühen Phasen der Produktentwicklung hinsichtlich emotionaler Aspekte zu bewerten, beispielsweise mittels Lead Users [28] oder durch partizipative Ideenentwicklung und -bewertung in Innovationswettbewerben [29], [30]. Offen bleiben derzeit die Fragen nach welchen Kriterien die Nutzer ausgewählt werden und ob diese geeignet sind, an der Entwicklung und Bewertung teilzunehmen [31].

Der dritte verhaltensbezogene Ansatz besteht darin, positive Emotionen bezüglich eines Produktes dadurch zu erzielen, dass die Einstellungen der Benutzer verändert werden, indem die von Ajzen et al [18] beschriebenen Einflussfaktoren auf die Verhaltensabsicht oder das Verhalten verändert werden. Dieser Ansatz setzt eine genaue Analyse der Einflussgrößen des Verhaltens sowie der Systemeigenschaften voraus und benötigt Zeit, um die Veränderung dieser Einflussgrößen bei den Nutzern zu bewirken.

Im weiteren Vorgehen der Entwicklung des multimodalen Mobilitätskonzepts wird überprüft, inwieweit die vorgeschlagenen Herangehensweisen geeignet sind, ein System zu entwickeln, dass die Mitarbeiter gerne benutzen und übernehmen.

4 Diskussion und Ausblick

Bei der Entwicklung des Mobilitätskonzeptes entlang des Usability Engineering Prozesses wurden die funktionalen Systemkomponenten, deren Kommunikationsbedarf und deren mögliche Realisierungen, im Projekt hinreichend evaluiert. Die Auslegung der Teilsysteme wie eingesetzte Mobilitätsplattformen, Ladesäulen und deren Standorte, sowie das Kommunikations- und Server-Backend bilden bei Fertigstellung ein ganzheitlich aufeinander abgestimmtes System zum multimodalen Transport, das aber für den Nutzer nur einen funktionalen Unterbau darstellt.

Für den Nutzer ist im Wesentlichen der Zugriff auf das System und dessen Funktionalitäten sowie einige wenige Hardwareinteraktionen (Bedienung Ladesäule, Fahrzeuge) relevant. Wie gezeigt werden konnte, sind für die Hardwareinteraktionen die derzeit angewandten Methoden des Usability-Engineering zur frühzeitigen objektiven Bewertung hinreichend genau. Die emotionalen Aspekte werden dabei nicht beachtet. Bei der Betrachtung der Hardwareinteraktionen im Kontext der Akzeptanzforschung, insbesondere dem dynamischen Akzeptanzmodell von Kollmann [22], wird jedoch deutlich, dass die Einstellung zum System im Akzeptanzprozess der eigentlichen Nutzung vorangestellt ist und somit einzelne Bedienschritte zur Nutzung des Gesamtsystems eine untergeordnete Rolle zu spielen scheinen. Norman [32] geht sogar so weit, dass er behauptet, dass die Nutzergruppe der „Early Adopters“ und „Visionaries“ sogar Unannehmlichkeiten bei der Benutzung und Bedienung in Kauf nehmen werden.

Kollmann folgend, muss bei der Entwicklung der Fokus auf den Möglichkeiten und die damit einhergehenden Grenzen des Systems geachtet werden, da diese im Wesentlichen die Einstellungsakzeptanz beeinflussen. Als Möglichkeiten des Begegnens dieser Herausforderungen wurden drei Ansätze

identifiziert. Die ersten beiden Ansätze bestehen darin, den Aufbau von Prototypen im Produktentwicklungsprozess vorzuziehen und besonders geeignete Nutzer zur Ideenfindung oder zur Systembewertung auszuwählen und zur Systementwicklung hinzu zu ziehen. Schwachpunkte im Gesamtsystem können so frühzeitig identifiziert und im Sinne der zukünftigen Nutzer angepasst werden. Problematisch bleibt jedoch die komplette Übernahme des Systems, da analog zu Matthies die Gewohnheiten der Nutzer [7] dazu führen könnten, dass im vorliegenden System nur die Elektroautos genutzt werden.

Ergänzend zu den ersten beiden Ansätzen, die in den Rahmen der Produktentwicklung integriert werden können, besteht ein weiterer verhaltensbezogener Ansatz darin, gezielt Einstellungen der Benutzer dahingehend zu verändern, dass deren emotionale Einstellung gegenüber der Systemnutzung positiv beeinflusst wird. Möglich wird dies durch umfangreiche Informationskampagnen oder verschiedene Anreizsysteme. Der eingangs beschriebene Mobilitätsassistent bietet für die genannten Optionen optimale Voraussetzungen. Neben der optischen Wahrnehmung der Hardware des Systems (Ladesäulen, Fahrzeuge) ist der Mobilitätsassistent die erste Informations- und Interaktionsmöglichkeit des Nutzers mit dem Mobility-On-Demand-Konzept und greift damit frühzeitig in den Akzeptanzprozess, genauer die Einstellungsakzeptanz, ein.

Demzufolge muss bei der Entwicklung des Systems der Hauptfokus auf der Gestaltung des Mobilitätsassistenten gelegt werden, da dieser frühzeitig Bewusstsein, Interesse und Erwartungen und damit Emotionen steuern kann. Umsetzung von Anreizen durch „Gamification“, also die Anwendung spieltypischer Elemente und Prozesse in spielfremdem Kontext [33], bieten weitere Möglichkeiten. Im Verlauf der Evaluation des Gesamtsystems soll durch Variation der Benutzeroberflächen bei getrennten Benutzergruppen die Wirkung entsprechender Maßnahmen auf die Nutzungshäufigkeit und damit die Gesamtakzeptanz untersucht werden. Eine tiefgreifende Analyse der Ergebnisse und Erstellung einer finalen Version kann so sicherstellen, dass das zu entwickelnde Mobilitätskonzept nachhaltig genutzt wird, was dazu beiträgt, dass die eingangs erwähnte neue Mobilitätskultur in der Nutzergruppe angenommen und gelebt wird.

4. REFERENCES

- [1] Mobilität in Deutschland, Ergebnisbericht (2008): Bonn Berlin, S.84/S.87.
- [2] Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung (2009): Bonn Berlin
- [3] Mattern, F., Flörkemeier C. (2010): Vom Internet der Computer zum Internet der Dinge, ETH Zürich
- [4] EN ISO 9241-210 - Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme
- [5] Infas, DLR (2010): Mobilität in Deutschland 2008, Ergebnisbericht - Struktur – Aufkommen – Emissionen – Trends, Bonn, Berlin
- [6] Diekmann, A./Preisendörfer, P. (1998): Umweltbewußtsein und Umweltverhalten in Low- und High-Cost-Situationen. Eine empirische Überprüfung der Low-Cost-Hypothese. Zeitschrift für Soziologie 27: 438-453. aus Pripfl, J., Aigner-Breuss, E., Fördös, A. & Wiesauer, L. (2010) Verkehrsmittelwahl und Verkehrsinformation. Emotionale und kognitive Mobilitätsbarrieren und deren Beseitigung mittels multimodalen Verkehrsinformationssystemen. EKoM- Endbericht. Wien: Kuratorium für Verkehrssicherheit.
- [7] Matthies, E. et al. (2006): Applying a Modified Moral Decision Making Model to Change Habitual Car Use: How Can Commitment be Effective?, Applied Psychology: An International Review 55(1): 91-106
- [8] Bauer, H. H.; Haber, T. E.; Reichardt, T.; Bökamp, M. (2003): Konsumentenakzeptanz von Location Based Services. In Bauer, H. H.; Dirks, T.; Bryant, M. T. (Hrsg.): Erfolgsfaktoren des Mobile Marketing - Strategien,

- Konzepte, Instrumente. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, S. 205 – 220
- [9] Hart, S. G.; Staveland, L. E.: Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In *Human Mental Workload*. North-Holland: Elsevier Science 1988, S. 139-183
- [10] Jordan, Patrick W. (1999): Pleasure with Products: Human Factors for Body, Mind and Soul. In: *Human Factors in Product Design. Current Practice and Future Trends*. Taylor & Francis. Kap. 21, S. 206–217.
- [11] Hassenzahl, Marc, Michael Burmester und Franz Koller (2003): AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität. In: *Mensch & Computer 2003: Interaktion in Bewegung*. Hrsg. von G. Szwillus und J. Ziegler. Stuttgart, Germany: B. G. Teubner, S. 187–196.
- [12] Reeps, Inga Elisabeth (2004): Joy-of-Use – eine neue Qualität für interaktive Produkte. Masterarbeit. Universität Konstanz.
- [13] Hieronimus, F.; Matlachowsky, P. und Schminke, C. (2010): Wow! Kunden begeistern, Mehrwert schaffen. In: *Akzente* 3(10).
- [14] Norman, Donald A. (1998). *The Invisible Computer*. MIT Press, Cambridge, London.
- [15] Hüttenrauch, M. und Baum, M. (2007): *Effiziente Vielfalt: Die dritte Revolution in der Automobilindustrie*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [16] Leiber, P.(2010). *Ergonomische Produktgestaltung am Beispiel mobiler Geräte im interkulturellen Vergleich: China – Deutschland – USA*. Chemnitz: Wissenschaftliche Schriftenreihe des Instituts für Betriebswissenschaften und Fabrikssysteme.
- [17] Fishbein, M. & Ajzen, I. (1975): *Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research*, Addison-Wesley, Reading, MA
- [18] Ajzen, I. (1991): The theory of planned behavior. In: *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 179-211.
- [19] Davis, F.D., R.P. Bagozzi, and P.R. Warshaw (1989): User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. In: *Management Science*, 35, 982-1003.
- [20] Venkatesh, V. and Davis, F. (2000): A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. In: *Management science* 46(2), 186–204.
- [21] Venkatesh, V.; Morris, M. G.; Davis, G. B.; Davis, F. D. (2003): User acceptance of information technology: Toward a unified view. In: *MIS Quarterly* 27(3): 425–478.
- [22] Kollmann, T. (1998): *Akzeptanz innovativer Nutzungsgüter und –systeme: Konsequenzen für die Einführung von Telekommunikations- und Multimediasytemen*. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH.
- [23] Simon, B. (2001): *Wissensmedien im Bildungssektor: Eine Akzeptanzuntersuchung an Hochschulen*. Dissertation. Wirtschaftsuniversität Wien. S. 101.
- [24] Leiber, P. und Spanner-Ulmer, B.: Fahrer-Fahrzeug-Schnittstelle. In: Hofer, M.: *Automotive Management*. In Press.
- [25] Hoyer, W. D.; McInnis, D. J. (2004): *Consumer Behavior*, 3. Aufl, Boston u.a. 2004
- [26] Homburg, C., Koschate, N. & Hoyer, W. D. (2006): The role of cognition and affect in the formation of customer satisfaction: A dynamic perspective. In: *Journal of Marketing*, 70, 21–31.
- [27] Bullinger, A. C., Neyer, A. - K., Rass, M., & Möslein, K. M. (2010): Community-based innovation contests: Where competition meets cooperation. In: *Creativity and Innovation Management*, 19(3): 290-303.
- [28] von Hippel, E. (1988): *The source of innovation*, Oxford University Press: New York.
- [29] Möslein, K. M., Haller, J. B. A., & Bullinger, A. C. (2010): Open Evaluation: IT für das Innovationsmanagement. In: *Wirtschaftsinformatik und Management*: 24-33.
- [30] Piller, Frank T. and Walcher, D (2006): Toolkits for idea competitions: a novel method to integrate users in new product development. In: *R&D Management*, 36(3): 307–318.
- [31] Bogers, M., Afuah, A., & Bastian, B. (2010): Users as Innovators: A Review, Critique, and Future Research Directions. In: *Journal of Management*, 36(4), 857–875.
- [32] Norman, D. (1999): *The Invisible Computer*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England.
- [33] Sebastian Deterding et. al.: *Gamification: Toward a Definition*. Mindtrek 2011 Proceedings, ACM Press, Tampere.