





TUM School of Education  
Fachgebiet Gymnasialpädagogik

## Wissenschaftsvermittlung im Museum: Untersuchung motivationaler und kognitiver Prozesse an einer Medienstation über Molekülmodelle

Nadine Herrmann

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät *TUM School of Education* der  
Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Philosophie (Dr. phil.)

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof Dr. Peter Hubwieser

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr. Doris Lewalter
2. Univ.-Prof. Dr. Bernhard Graf, Freie Universität Berlin
3. Univ.-Prof. Dr. Annette Noschka-Roos

Die Dissertation wurde am 23.10.2014 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät *TUM School of Education* am 16.03.2015 angenommen.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>II</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>V</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>IX</b>
<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>Lernumgebung Museum</b> .....	<b>5</b>
2.1. Museen zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit.....	5
2.2. Charakteristiken der Lernumgebung .....	13
<b>Lernen im Museum aus museums-, motivations- und lern-theoretischen Perspektiven</b> .....	<b>21</b>
3.1. Einflussfaktoren und Wirkungen aus Sicht der Museumsforschung .....	21
3.2. Motivationstheoretische Betrachtung .....	30
3.3. Lerntheoretische Betrachtung .....	44
<b>Untersuchungsobjekt Medienstation „3D-Moleküle“</b> .....	<b>67</b>
4.1. Didaktische Ziele .....	67
4.2. Umsetzung .....	69
4.3. Inhaltlicher Aufbau .....	76
<b>Forschungsfragen und Hypothesen</b> .....	<b>83</b>
5.1. Forschungskontext und Variablenmodell.....	83
5.2. Forschungsfragen und Hypothesen .....	84
<b>Untersuchungsmethode</b> .....	<b>89</b>
6.1. Studiendesign und Stichproben .....	89
6.2. Auswertungsverfahren .....	105
<b>Studie 1: Nutzungsentscheidung und motivationale Effekte</b> .....	<b>113</b>
7.1. Charakteristiken von Nutzern und Nicht-Nutzern .....	113
7.2. Motivationsrelevantes Erleben und situationales Interesse .....	129
<b>Studie 2: Kurzfristige Veränderung der Kenntnisse</b> .....	<b>147</b>
8.1. Kenntnisse der Cued Visitors .....	147
8.2. Kurzfristige Veränderung der Kenntnisse .....	149
<b>Studie 3: Mittelfristige Veränderungen</b> .....	<b>161</b>
9.1. Erinnerungen und Folgebeschäftigungen .....	161
9.2. Veränderungen der dispositionalen Motivation und selbstbezogenen Kognition .....	171
9.3. Mittelfristige Veränderung der Kenntnisse.....	183
<b>Diskussion und Einordnung</b> .....	<b>199</b>
10.1. Einfluss von motivationalen Merkmalen der Besucher auf die Nutzung der Medienstation.....	199
10.2. Motivationale Wirkungen bei Nutzern der Medienstation .....	203
10.3. Lernwirkungen bei Nutzern der Medienstation .....	213
10.4. Einordnung und Ausblick .....	230
<b>ANHANG</b> .....	<b>1</b>
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>53</b>

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Dimensionen der Museumsmüdigkeit und angenommene Ursachen .....	44
Tab. 2: Übersicht der gegenübergestellten Molekülmodelle .....	80
Tab. 3: Stichprobenentwicklung .....	93
Tab. 4: Fragebogenbestandteile der Studien .....	95
Tab. 5: Instrumente: Dispositionale Interesse .....	95
Tab. 6: Kennwerte: Dispositionale Motivation (MZP 1/MZP 2).....	96
Tab. 7: Kennwerte: Dispositionale Motivation (MZP 3).....	96
Tab. 8: Instrumente: Museumsspezifische Motivation.....	97
Tab. 9: Instrumente: Selbstbezogene Kognition .....	97
Tab. 10: Kennwerte: Selbstbezogene Kognition (MZP 1/MZP 2).....	98
Tab. 11: Kennwerte: Selbstbezogene Kognition (MZP 3).....	98
Tab. 12: Kennwerte: Wahrgenommene Instruktionsqualität der Medienstation .....	98
Tab. 13: Instrumente: Motivationsrelevantes Erleben und situationales Interesse .....	99
Tab. 14: Kennwerte: Motivationsrelevantes Erleben und situationales Interesse .....	99
Tab. 15: Instrumente: Kognitive Lernaktivitäten.....	100
Tab. 16: Kennwerte: Kognitive Lernaktivitäten .....	100
Tab. 17: Instrumente: Kenntnisse und Verständnis.....	102
Tab. 18: Kennwerte: Kenntnisse und Verständnis (MZP 1) .....	102
Tab. 19: Kennwerte: Kenntnisse und Verständnis (MZP 2).....	102
Tab. 20: Kennwerte: Kenntnisse und Verständnis (MZP 3).....	102
Tab. 21: Instrumente: Erinnerungen und Folgebeschäftigungen .....	104
Tab. 22: Instrumente: Besuchssituation .....	104
Tab. 23: Instrumente: Soziodemographische Merkmale.....	105
Tab. 24: Bewertung der Effektgrößen.....	110
Tab. 25: Geschlecht von Nutzern und Nicht-Nutzern .....	114
Tab. 26: Alter von Nutzern und Nicht-Nutzern .....	114
Tab. 27: Bildungsniveau nach ISCED von Nutzern und Nicht-Nutzern .....	115
Tab. 28: Naturwissenschaftlicher Schwerpunkt von Nutzern und Nicht-Nutzern .....	116
Tab. 29: Aktuelle Besuchssphase von Nutzern und Nicht-Nutzern.....	117
Tab. 30: Begleitsituation von Nutzern und Nicht-Nutzern .....	118
Tab. 31: Besuchsziele von Nutzern und Nicht-Nutzern .....	121
Tab. 32: Medienaffinität von Nutzern und Nicht-Nutzern.....	121
Tab. 33: Motivation von Nutzern und Nicht-Nutzern .....	123
Tab. 34: Selbstbezogene Kognition von Nutzern und Nicht-Nutzern .....	124
Tab. 35: Zusammenfassende Darstellung der Vergleiche von Nutzern und Nicht-Nutzern...	126
Tab. 36: Logistische Regressionsmodelle für die Nutzungsentscheidung .....	128
Tab. 37: Motivationsrelevantes Erleben (CU, NC).....	129
Tab. 38: Situationales Interesse (CU, NC).....	132
Tab. 39: Museumsspezifische Motivation als Prädiktor für die Catch-Komponente .....	134
Tab. 40: Korrelationen zwischen selbstbezogener Kognition und situationalem Interesse ...	135
Tab. 41: Korrelationen zwischen dispositionalem und situationalem Interesse .....	136
Tab. 42: Wahrgenommene Instruktionsqualität als Prädiktor für die Catch-Komponente ....	137
Tab. 43: Korrelationen zwischen emotionalem Erleben und situationalem Interesse .....	138
Tab. 44: Emotionales Erleben als Prädiktor für die Catch-Komponente .....	139
Tab. 45: Emotionales Erleben als Prädiktor für die Hold-Komponente .....	139
Tab. 46: Korrelationen zwischen kognitiven Lernaktivitäten und situationalem Interesse ...	140
Tab. 47: Kognitive Lernaktivitäten als Prädiktor für die Catch-Komponente.....	140
Tab. 48: Kognitive Lernaktivitäten als Prädiktor für die Hold-Komponente .....	141
Tab. 49: Relevante Prädiktoren für Catch- und Hold-Komponente (NC und CU) .....	142
Tab. 50: Regressionsmodelle mit relevanten Prädiktoren für die Catch-Komponente .....	143
Tab. 51: Regressionsmodelle mit relevanten Prädiktoren für die Hold-Komponente.....	143

Tab. 52: Regressionsmodelle mit relevanten Prädiktoren für die Catch-Komponente (CU) ..	144
Tab. 53: Regressionsmodelle mit relevanten Prädiktoren für die Hold-Komponente (CU) ....	145
Tab. 54: Vorkenntnisse der Cued Visitors .....	148
Tab. 55: Kenntnisse der Cued Visitors (MZP 2) .....	149
Tab. 56: Veränderung der Kenntnisse der Cued Visitors (MZP 1 – MZP 2).....	150
Tab. 57: Höhe der Veränderung der Kenntnisse der Cued Visitors (MZP 1 – MZP 2).....	150
Tab. 58: Veränderungen bei unterschiedlichem Vorwissen: Gesamtskala.....	151
Tab. 59: Veränderungen bei unterschiedlichem Vorwissen: Skala Atome und Moleküle .....	151
Tab. 60: Veränderungen bei unterschiedlichem Vorwissen: Skala Proteine und Antikörper..	152
Tab. 61: Veränderungen bei unterschiedlichem Vorwissen: Skala Modellverständnis .....	152
Tab. 62: Selbstbezogene Kognition als Prädiktor für Wissensveränderungen .....	153
Tab. 63: Besuchsmotivation und Medienaffinität als Prädiktoren für Wissensveränderungen	154
Tab. 64: Dispositionale Motivation als Prädiktor für Wissensveränderungen .....	154
Tab. 65: Motivationale Prädiktoren für Wissensveränderungen .....	155
Tab. 66: Kognitive Lernaktivitäten als Prädiktoren für Wissensveränderungen.....	156
Tab. 67: Nutzungsdauer als Prädiktor für Wissensveränderungen .....	156
Tab. 68: Relevante Prädiktoren für die kurzfristigen Wissensveränderungen .....	157
Tab. 69: Modelle mit relevanten Prädiktoren für kurzfristige Wissensveränderungen .....	157
Tab. 70: Stepwise-Modell für die kurzfristigen Wissensveränderungen .....	158
Tab. 71: Erinnerungen der verschiedenen Studiengruppen .....	162
Tab. 72: Erinnerungen von Cued Visitors und Non Cued Visitors an die Medienstation.....	163
Tab. 73: Beschäftigung mit Themen der Medienstation .....	164
Tab. 74: Korrelationen: Beschäftigung, emot. Erleben, sit. Interesse (NC-I).....	165
Tab. 75: Korrelationen: Beschäftigung, emot. Erleben, sit. Interesse (CU).....	165
Tab. 76: Entwicklung der Beschäftigungshäufigkeit (Themen: Chemie, Medienstation).....	166
Tab. 77: Korrelationen: Beschäftigungsentwicklung, emot. Erleben, sit. Interesse (NC-I) ...	167
Tab. 78: Korrelationen: Beschäftigungsentwicklung, emot. Erleben, sit. Interesse (CU).....	167
Tab. 79: Häufigere Beschäftigung aufgrund des Besuchs und der Nutzung.....	168
Tab. 80: Dispositionale Motivation der Studienteilnehmer (MZP 3).....	172
Tab. 81: Veränderung des dispositionalen Interesses (MZP 1/2 – MZP 3) .....	173
Tab. 82: Höhe der Veränderungen der dispositionalen Motivation .....	174
Tab. 83: Prädiktoren für die Veränderung des themenspezifischen Interesses (NC-I) .....	176
Tab. 84: Prädiktoren für die Veränderung des themenspezifischen Interesses (CU) .....	177
Tab. 85: Stepwise-Modelle: Veränderung des themenspezifischen Interesses (NC, CU, NN)	177
Tab. 86: Selbstbezogene Kognition der Studienteilnehmer (MZP 3) .....	178
Tab. 87: Veränderung der selbstbezogenen Kognition (MZP 1/2 – MZP 3) .....	179
Tab. 88: Höhe der Veränderung der selbstbezogenen Kognition .....	179
Tab. 89: Prädiktoren für die Veränderung der subj. themenspezifischen Kenntnisse (NC-I) .	181
Tab. 90: Prädiktoren für die Veränderung der subj. themenspezifischen Kenntnisse (CU) ...	182
Tab. 91: Stepwise-Modelle für die Veränderung der subj. themenspezifischen Kenntnisse .	182
Tab. 92: Kenntnisse der Studienteilnehmer (MZP 3) .....	185
Tab. 93: Veränderung der Kenntnisse der Cued und Non Cued Visitors (MZP 2 – MZP 3)....	186
Tab. 94: Höhe der Wissensveränderung der Cued und Non Cued Visitors (MZP 2 – MZP 3) .	186
Tab. 95: Veränderung der Kenntnisse der Cued Visitors (MZP 1 – MZP 3).....	188
Tab. 96: Veränderungen bei unterschiedlichem Vorwissen: Gesamtskala.....	190
Tab. 97: Veränderungen bei unterschiedlichem Vorwissen: Skala Atome und Moleküle .....	190
Tab. 98: Veränderungen bei unterschiedlichem Vorwissen: Skala Proteine und Antikörper..	190
Tab. 99: Veränderungen bei unterschiedlichem Vorwissen: Skala Modellverständnis .....	191
Tab. 100: Selbstbezogene Kognition als Prädiktor für die Wissensveränderungen .....	192
Tab. 101: Dispositionale Motivation als Prädiktor für die Wissensveränderungen .....	192
Tab. 102: Besuchsziele und Medienaffinität als Prädiktoren für die Wissensveränderungen .	193
Tab. 103: Motivationale Prozessvariablen als Prädiktoren für die Wissensveränderungen....	194
Tab. 104: Kognitive Lernaktivitäten als Prädiktoren für die Wissensveränderungen .....	194
Tab. 105: Nutzungsdauer als Prädiktor für die Wissensveränderungen .....	195

Tab. 106: Erinnerungen als Prädiktoren für die mittelfristigen Wissensveränderungen .....	195
Tab. 107: Relevante Prädiktoren für die mittelfristigen Wissensveränderungen.....	196
Tab. 108: Regressionsmodelle mit signifikanten Prädiktoren und Vorwissen I .....	197
Tab. 109: Regressionsmodelle mit signifikanten Prädiktoren und Vorwissen II .....	197

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Selbstbestimmungs-Kontinuum mit unterschiedlichen Stufen der Motivation .....	32
Abb. 2: Entstehung von Interessen.....	38
Abb. 3: Modellklassifikation nach Kircher.....	58
Abb. 4: Aspekte der Modellkompetenz und deren Einbettung nach Leisner .....	60
Abb. 5: Modellkompetenz nach Upmeier zu Belzen & Krüger.....	62
Abb. 6: Standort in der Chemieabteilung.....	70
Abb. 7: Prototypische Medieneinheit „3D-Moleküle“ .....	71
Abb. 8: Modelle aus der Forschung von Prof. R. Huber .....	72
Abb. 9: Antikörperskulptur .....	72
Abb. 10: Schematische Darstellung eines autostereoskopischen Displays .....	73
Abb. 11: Darstellung der 18 Tonsequenzen sortiert nach der Länge in Sekunden.....	75
Abb. 12: Inhaltliche Struktur der Medienstation .....	76
Abb. 13: Hauptmenü der Medienstation „3D-Moleküle“ (Screenshot) .....	77
Abb. 14: Menü „Forschung“ (Screenshot) .....	78
Abb. 15: Menü „Funktion“ (Screenshot) .....	79
Abb. 16: Menü „Modelle“ (Screenshot).....	81
Abb. 17: Variablenmodell der Hauptstudie.....	84
Abb. 18: Studiendesign der Hauptstudie .....	90
Abb. 19: Alterskohorten von Nutzern und Nicht-Nutzern in 10-Jahres-Schritten .....	115
Abb. 20: Begleitsituation von Nutzern und Nicht-Nutzern .....	118
Abb. 21: Medienaffinität von Nutzern und Nicht-Nutzern .....	122
Abb. 22: Ausprägung des Autonomieerlebens .....	130
Abb. 23: Ausprägung des Kompetenzerlebens.....	130
Abb. 24: Bewertung des subjektiven Lernerfolgs .....	131
Abb. 25: Ausprägung des Wohlfühlens in der Nutzungssituation .....	131
Abb. 26: Ausprägung der Catch-Komponente.....	133
Abb. 27: Ausprägungen der Catch- und Hold-Komponente des situationalen Interesses .....	133
Abb. 28: Angemessenheit der Beantwortung der Kenntnis-Skalen (MZP 1).....	148
Abb. 29: Angemessenheit der Beantwortung der Kenntnis-Skalen (MZP 2).....	149
Abb. 30: Kenntnisse der Cued Visitors zu MZP 1 und MZP 2.....	150
Abb. 31: Erinnerungen der verschiedenen Studiengruppen .....	162
Abb. 32: Erinnerungen an Aspekte der Medienstation .....	163
Abb. 33: Umfang der Beschäftigung mit Themen der Station .....	164
Abb. 34: Entwicklung der Beschäftigungshäufigkeit (Themen: Chemie, Medienstation) .....	166
Abb. 35: Häufigere Beschäftigung aufgrund des Besuchs und der Nutzung .....	169
Abb. 36: Nützlichkeit der Inhalte (Themen: Chemie, Medienstation) .....	170
Abb. 37: Dispositionale Motivation (MZP 3).....	172
Abb. 38: Höhe der Veränderung der dispositionalen Motivation (MZP 1/2 – MZP 3).....	174
Abb. 39: Selbstbezogene Kognition (MZP 3) .....	178
Abb. 40: Höhe der Veränderung der selbstbezogenen Kognition (MZP 1/2 – MZP 3) .....	180
Abb. 41: Kenntnisse der Studienteilnehmer (MZP 3) .....	184
Abb. 42: Kenntnisse der Studienteilnehmer (MZP 3) nach Studiengruppe .....	185
Abb. 43: Höhe der Wissensveränderungen (CU – NC, MZP 2 – MZP 3) .....	187
Abb. 44: Positive, keine und negative Wissensveränderungen (CU – NC, MZP 1 – MZP 3) .....	188
Abb. 45: Kenntnisse der Cued Visitors (MZP 1, MZP 2, MZP 3).....	189





## Dank

Für Diskussionen, Ratschläge und Anregungen, für Ermutigung und Rückhalt, und nicht zuletzt für ihre Geduld möchte ich allen Danken, die mich bei der Fertigstellung dieser Arbeit unterstützt haben.

Prof. Dr. Doris Lewalter möchte ich ganz besonders danken, für ihr Interesse und ihre Bereitschaft, die wissenschaftliche Betreuung dieses Thema zu übernehmen, für ihre wertvollen Anregungen und Ratschläge sowie für ihre große Geduld.

Prof. Dr. Annette Noschka-Roos danke ich für ihre engagierte und umfassende Unterstützung, die für mich von großem Wert war. Gemeinsam mit Prof. Dr. Helmuth Trischler ermöglichte sie es mir im Forschungsprojekt „Lernen im Museum: Die Rolle von (neuen) Medien für die Resituierung von Exponaten“ zu promovieren und gleichzeitig die Arbeit des Deutschen Museums intensiv kennenzulernen.

Mein Dank gilt der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung, die das Projekt „Lernen im Museum“, ein Antrag dreier Leibniz-Institute, im Rahmen des „Pakts für Forschung und Innovation“ finanziell gefördert hat und damit mein Dissertationsprojekt unterstützte.

Allen Kuratoren und wissenschaftlichen Mitarbeitern des Deutschen Museums, die sich für die Erstellung und die Vortests des Fragebogens als Experten zur Verfügung stellten, möchte ich danken. Allen voran zu nennen ist Dr. Birte Hauser, die mir die prototypische Medienstation als Untersuchungsobjekt zur Verfügung stellte.

Danken möchte ich allen Beteiligten am Projekt „Lernen im Museum“ vom Institut für Wissensmedien, Tübingen und dem Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften, Kiel, für den hilfreichen Austausch, die Anregungen und Diskussionen. Mein großer Dank gilt außerdem Herrn Prof. Bernhard Graf, vom Institut für Museumsforschung, Berlin, der nicht nur das Projekt, sondern auch meine Arbeit von Beginn an mit begleitet hat.

## Summary

In a society where advancements in science and technology determine daily life, the objective of science and technology museums is more and more aligned with the concept of “public understanding of research”. They aim to encourage the understanding of research processes and the nature of science as well as the fundamental competencies to interpret scientific issues. Besides cognitive goals, the focus lies on increasing the motivation and the willingness to deal with these issues. However, cognitive and motivational processes that occur during museum visits as well as short-term and more permanent effects, especially of adult individuals, are not yet adequately explored.

The present study takes into account central a variety of the influencing factors and effects that have been operationalized considering educational psychology theories, in order to improve the empirical findings on informal learning in museums. Using the prototype of a media installation covering molecular models at the Deutsches Museum in Munich, Germany, the study shows which visitor characteristics promote the use of an exhibit. Furthermore it details which variables influence the emotional experience, the situational and individual interests and which factors affect short- and middle-term knowledge changes.

The questionnaire study revealed – in consistency with the hypotheses – that users of the installation show a significantly greater interest in natural science and have a more positive self-related cognition. The use of the media installation resulted in a positive motivation-relevant emotional experience and a pronounced situational interest. Through motivational and cognitive characteristics, the variance of situational interest could be partially explained, with different factors being relevant for the catch- and hold-facet. In the three months after the museum visit the subject-specific interest of all visitors decreased. A differentiated examination revealed: For some users the media installation promoted subsequent activities with the contents and thus contributed to the development of individual interests. The use of the media installation enables not only an understanding of the content and its meaningful cognitive processing, it also leads to a medium-term robust body of knowledge. Several cognitive and motivational variables contributed to explain the changes of knowledge. Memories of usage experiences enhanced the proportion of explained variance of the middle-term learning outcomes. This last result demonstrates the importance of positive experiences and memories that are created during museum visits and their effect on learning successes.

This study is a building block to the understanding of motivational and cognitive processes in informal learning situations and for the relevance of several variables in this context. Furthermore, this thesis provides methodological indications for the design of future studies in the museum context in terms of collecting data over a long time period, examining and clarifying the interactions of variables and comparing different groups and museum exhibits.

## Zusammenfassung

In einer Gesellschaft, in der Fortschritte in Technik und Wissenschaft den Alltag bestimmen, konzentrieren sich naturwissenschaftlich-technische Museen verstärkt auf den Leitgedanken „Public Understanding of Research“. Sie zielen darauf ab, Verständnis für Forschungsprozesse und die Natur der Naturwissenschaften sowie grundsätzliche Kompetenzen zur Deutung naturwissenschaftlicher Sachverhalte zu vermitteln. Neben kognitiven Zielen steht die Motivation und Bereitschaft sich mit diesen Themen auseinanderzusetzen im Fokus. Allerdings sind die kognitiven und motivationalen Prozesse, die im Museum auftreten sowie die kurz- und längerfristigen Effekte, insbesondere bei erwachsenen Besuchern, noch nicht ausreichend erforscht.

Die vorliegende Untersuchung berücksichtigt zentrale Einflussfaktoren und Effekte, die auf Grundlage pädagogisch-psychologischer Theorien operationalisiert wurden, um die empirische Befundlage zum informellen Lernen im Museum zu verbessern. Anhand einer im Deutschen Museum München prototypisch realisierten Medienstation zu Molekülen und deren Modelldarstellungen wird gezeigt, welche Besuchermerkmale die Nutzung eines Ausstellungsangebots begünstigen. Weiterhin wird dargestellt, welche Variablen das motivationsrelevante Erleben, das situationale und dispositionale Interesse beeinflussen und welche Faktoren auf die kurz- und mittelfristigen Wissensveränderungen einwirken.

Die Ergebnisse der quantitativen Fragebogenstudie zeigen, dass Nutzer der Medienstation im Vergleich zu Nicht-Nutzern hypothesenkonform ein signifikant größeres Interesse für Naturwissenschaften und eine positivere selbstbezogene Kognition besaßen. Die Beschäftigung mit der Medienstation führte zu einem positiven motivationsrelevanten Erleben und ausgeprägten situationalem Interesse. Motivationale und kognitive Merkmale erklärten teilweise die Ausprägung des situationalen Interesses, wobei für die Catch- und Hold-Facette unterschiedliche Prädiktoren relevant waren. Entgegen den Hypothesen verringerte sich im Mittel das themenspezifische Interesse in den drei Monaten nach dem Besuch. Eine differenzierte Betrachtung zeigt: Bei einigen Nutzern förderte die Medienstation die nachfolgende Beschäftigung mit den Themen und wirkte sich darüber positiv auf die Interessensentwicklung aus. Die Nutzung ermöglichte nicht nur ein Verständnis der Inhalte und deren bedeutungsvolle Verarbeitung, sondern führte auch zu einem mittelfristig robusten Wissensbestand. Kognitive und motivationale Variablen trugen zur Erklärung der Wissensveränderungen bei. Für die Erklärung des mittelfristigen Lernerfolgs waren zudem die Erinnerungen an die Nutzung signifikante Prädiktoren, was die Relevanz positiver Erlebnisse für den Lernerfolg unterstreicht.

Die Studie stellt einen Baustein für ein tieferes Verständnis motivationaler und kognitiver Prozesse in informellen Lernsituationen und für die Relevanz einzelner Variablen in diesem Zusammenhang dar. Sie gibt darüber hinaus methodische Hinweise für das Design zukünftiger Studien im Museumskontext im Sinne einer zeitlich ausgedehnten Betrachtung der Effekte, der Aufklärung von Interaktionseffekten und der Berücksichtigung von Vergleichsgruppen und Vergleichsobjekten.



## Einleitung

Naturwissenschaftliche Museen dokumentieren mit historischen Originalobjekten wissenschaftliche und technische Errungenschaften, zeigen Entwicklungslinien auf und vermitteln Bedeutungen, indem sie die Exponate in Bezug zu vergangenen und gegenwärtigen (kulturellen) Kontexten setzen (McManus, 1992). Museen sind somit eng mit gesellschaftlichen Veränderungen und auch mit bildungspolitischen Strömungen verbunden, die eine stetige Neuverortung und Überarbeitung des Selbstverständnisses notwendig machen (Schmidt, 2009). Die Vermittlungsfunktion des Museums spielte lange Zeit eine untergeordnete Rolle, heute ist sie in den meisten Satzungen verankert. In diesen Veränderungen spiegelt sich ein Paradigmenwechsel wider, der sich in mehreren Etappen seit den 1970er Jahren vollzog. Besucherfreundliche Museen zeichnen sich heute dadurch aus, dass sie authentische Objekte im Einklang mit den Bedürfnissen der Besucher präsentieren, um Wirkungen auf verschiedensten – kognitiven, emotionalen, sozialen und motivationalen – Ebenen zu ermöglichen. Der zunehmende Einfluss von Wissenschaft und Technik auf die Lebenswelt, öffentliche Kontroversen, z.B. über Atomkraft oder Gentechnik, und die dadurch angestoßene Diskussion über das Verhältnis von Gesellschaft und Wissenschaft, führten zu einer Neuverortung der naturwissenschaftlich-technischen Museen. Unter dem Leitsatz *Public Understanding of Research* änderten sich die Ziele dahingehend, dass Besucher nicht nur über Technik und konsensfähige Wissenschaftsergebnisse informiert werden, sondern auch aktuelle und kontroverse Diskussionen kennenlernen und ein Verständnis des Forschungsprozesses sowie generell der Natur der Naturwissenschaften erwerben sollen (Chittenden et al., 2004; Miller, 2001; Shamos, 1995). Begründet werden diese Ziele u.a. mit einer zunehmend komplexeren Wissensgesellschaft, in der Faktenwissen immer schneller altert und in der Technik und Wissenschaft gleichzeitig den Alltag bestimmen. Inhaltliche und visuelle Fähigkeiten der Bevölkerung haben sich beispielsweise nicht in dem Maß entwickelt, wie die mediale Verbreitung der Nano- und Biotechnologie zugenommen hat und die Technologien in alltäglichen Produkten zum Einsatz kommen. Um mit diesen Herausforderungen umzugehen, wird insbesondere der Erwerb grundsätzlicher Kompetenzen zur Orientierung und Deutung naturwissenschaftlicher Aspekte vorgeschlagen. Die Relevanz außerschulischer Bildungseinrichtungen und des lebenslangen Lernens für die Aneignung dieser Kompetenzen wird auf breiter Basis anerkannt (Falk, Storksdieck, et al., 2007). Mit der Zielsetzung eines *Public Understanding of Research* sind Museen gefordert, neue Angebote und (mediale) Präsentationsformen zu entwickeln (Noschka-Roos & Teichmann, 2006) und die Erreichung dieser Ziele empirisch zu überprüfen. Das Zentrum Neue Technologien des Deutschen Museums in München und das Projekt „Lernen im Museum – Die Rolle von Medien für die Resituierung von Exponaten“ sind als Reaktion auf diese veränderte Aufgabenstellung naturwissenschaftlicher Museen zu verstehen.

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen dieses Forschungsprojekts am Deutschen Museum in München. Drei Institutionen wurden im Rahmen des Pakts für Innovation und Forschung durch die Leibniz-Gemeinschaft (WGL) gefördert, um das informelle und durch digitale Medien unterstützte Lernen im Museum empirisch zu untersuchen. Das komplexe

Feld sollte mit Theorien und Methoden unterschiedlicher Disziplinen bearbeitet und Forschung und Museumspraxis stärker miteinander verzahnt werden. Das Projekt verortete sich an den Schnittstellen zwischen Ausstellungsinhalten und (medialen) Präsentationsformen (Vermitteln) sowie zwischen musealer Präsentation und dem Besucher (Verstehen). Zu diesem Zweck wurden unterschiedliche Fragestellungen mit Labor- als auch Feldstudien untersucht.

Untersuchungsgegenstand der vorgelegten Studie war eine prototypisch realisierte Medieneinheit „Die Welt der Moleküle“ für das Zentrum Neue Technologien (Breitsameter et al., 2009). Diese interdisziplinäre Ausstellung zur Nano- und Biotechnologie konzentriert sich auf zwei Schlüsseltechnologien, die in der Gesellschaft Diskussionen zu Risiken und Chancen provozieren, und widmet sich damit dem mikroskopischen und submikroskopischen Größenbereich, deren eingeschränkte Sicht- und Ausstellbarkeit besondere Anforderungen an die Gestaltung stellt. Die Vermittlung eines Verständnisses für wissenschaftliche Prozesse und Methoden, im Sinne eines *Public Understanding of Research*-Ansatzes und die Visualisierung der atomaren und molekularen Welt durch Modelle, stellen die Kernthemen des untersuchten Ausstellungsangebots dar. Bestehend aus Originalexponaten aus der Antikörper-Forschung, einem abstrakten Metall-Modell eines Antikörpers sowie einem Touchscreen und einem 3D-Bildschirm zur Visualisierung verschiedener Modelle, bot die Medienstation eine ansprechende Umsetzung dieser schwierigen Vermittlungsziele. Durch die Nutzung verschiedener medialer Darstellungsformen sollten bekannte Probleme aus der Unterrichtsforschung, insbesondere unangemessene Vorstellungen zum Abbildcharakter der Modelle vermieden werden (Hauser, 2007). Die Untersuchung wurde vor Eröffnung der Ausstellung durchgeführt, so dass ein Prototyp in der Abteilung Wissenschaftliche Chemie aufgebaut werden musste, um einen Feldforschungsansatz verfolgen zu können. Nur unter diesen Bedingungen konnten die Merkmale des Museums als informeller Lernort adäquat berücksichtigt und die Fragestellungen beantwortet werden.

Die von der vorliegenden Studie verfolgte Zielsetzung ist, ein besseres Verständnis des Lernens im Museum und der möglichen Wirkungen zu erlangen. Das Zusammenspiel motivationaler und kognitiver Komponenten bei der Selektion und Nutzung eines Angebots, konkret einer Medienstation zu Molekülen und deren Modelldarstellungen, war ein gesetzter Schwerpunkt. Die kurz- und mittelfristigen Wirkungen, vor allem die Veränderung des Interesses und der Kenntnisse, waren weitere Fragestellungen dieser Studie. Empfehlungen für die Gestaltung und Optimierung des Angebots wurden aus mehreren Vorstudien abgeleitet. Diese führten zur Veränderung des Standorts, zu einer veränderten Strukturierung der Themen und zu einer optisch ansprechenderen Gestaltung. Auch eine stärkere Unterstützung der Lernenden bei ihrer Aufmerksamkeitssteuerung – durch sprachliche und visuelle Signale – ist ein Ergebnis dieser Vorstudien. Mit der Hauptstudie sollen hingegen keine konkreten Empfehlungen für die Ausstellungspraxis generiert werden, sondern es wird ein grundlagenorientierter Ansatz verfolgt.

Der erste Schwerpunkt der Untersuchung liegt auf der Erklärung der Entscheidung, die Medienstation zu nutzen oder nicht zu nutzen. Da in Museen eine Vielzahl von Angeboten um die Aufmerksamkeit konkurriert, wählen Besucher diejenigen aus, die für sie attraktiv

sind. Anders als z.B. bei Shettel (1976) wird nicht die Bewertung der *attracting* und *holding power* des Angebots angestrebt, die Fähigkeit, die Aufmerksamkeit der Besucher zu wecken und zu fesseln. Im Fokus steht vielmehr die Identifikation von Merkmalen der Person und des Besuchs, die die Nutzungsentscheidung beeinflussen.

Die motivationalen Prozesse und Wirkungen der Nutzung der Medienstation entsprechen dem zweiten Schwerpunkt, der sich wiederum in eine kurz- und eine mittelfristige Betrachtung untergliedern lässt. Aus motivationstheoretischer Sicht wird angenommen, dass durch die selbst gewählte, neigungsorientierte Auseinandersetzung mit Ausstellungsobjekten eine intrinsische und interessengetriebene Lernmotivation gefördert wird (Lewalter & Geyer, 2005). Die Entstehung und Erklärung situationaler Interessen bei erwachsenen Museumsbesuchern und der Einfluss auf die Entwicklung dispositionaler Interessen ist unter pädagogisch-psychologischer Perspektive bislang nur selten untersucht worden (Lewalter & Geyer, 2009). Mit dieser Arbeit soll ein Beitrag zu einem vertiefteren Verständnis geleistet werden, welche Merkmale der Lernenden und der Situation sich auf die Ausbildung eines situationalen Interesses auswirken. Die Frage nach mittelfristigen Veränderungen des dispositionalen Interesses hat einen eher konfirmatorischen Charakter, da von einer kurzfristigen Intervention kein Effekt zu erwarten ist (Hidi & Renninger, 2006; Krapp, 2002a).

Schließlich stellt die Frage nach den kognitiven Potentialen der Nutzung der Medienstation einen dritten Schwerpunkt dar. Auch hier soll analysiert werden, welche motivationalen und kognitiven Variablen zur Erklärung der Wissensveränderungen herangezogen werden können. Ziel der Untersuchung ist es, einen Beitrag zum Verständnis der Interaktion zwischen kognitiven und motivationalen Merkmalen der Besucher im Kontext der Nutzung eines musealen Angebots zu liefern. Weiterhin soll mit der Erfassung mittelfristiger Veränderungen die Nachhaltigkeit musealer Lernprozesse dokumentiert werden.

Als Rahmen der Untersuchung dient das *Contextual Model of Learning* von Falk & Dierking (1992, 2000). Die Autoren fassen das Lernen holistisch auf und versuchen die Besonderheiten und Bedingungen möglichst umfassend zu berücksichtigen. Verschiedene quantitative und qualitative Studien beziehen sich ebenfalls auf das *Contextual Model of Learning* (z.B. Falk & Adelman, 2003; Hillman, 2006; Krombaß & Harms, 2006; Pedretti, 2004; Waltner, 2007; Wilde & Bätz, 2006; Wilde et al., 2009), häufig konzentrierten sie sich allerdings auf einen oder wenige ausgewählte Aspekte des Modells. Einige der Kritikpunkte an früheren Untersuchungen werden im Rahmen der vorliegenden Studie aufgegriffen: zur Untersuchung der Nutzungsentscheidung und des Lernprozesses wird eine Vielzahl an Einflussfaktoren und Wirkungen berücksichtigt, sie werden theoretisch definiert und wo möglich mit empirisch erprobten Instrumenten operationalisiert (Rennie & Johnston, 2004; Wilde, 2007). Von den drei im *Contextual Model of Learning* beschriebenen Kontexten, *personal*, *physical* und *sociocultural context* wird der personeninterne Bereich am stärksten betrachtet. Zu den Faktoren, die in Hinblick auf deren potentielle Relevanz im Museumssetting ausgewählt wurden, zählen das motivationsrelevante Erleben (Deci & Ryan, 1985, 2000, 2002), das dispositionale und situationale Interesse (Hidi et al., 2004; Lewalter, 2002; Mitchell, 1993; Schiefele et al., 1983), die selbstbezogene Kognition (Baumert, 2000; Köller et al., 2006; Möller & Trautwein, 2009) und die kognitiven Lernaktivitäten (Lewalter, 1997a, 1997b; Seidel, 2003; Weinstein & Mayer, 1986).



Die Kenntnisse und Vorstellungen der Lernenden wurden mit einem auf die Medienstation zugeschnittenen Instrument erhoben, das Aspekte des Modellverständnisses und der Modelleigenschaften (Leisner-Bodenthien, 2006; Mikelskis-Seifert, 2002; Upmeier zu Belzen & Krüger, 2010) und der Natur der Naturwissenschaften (McComas, Almazroa, et al., 1998; OECD, 2007) umfasst. Eine systematische und umfassende Analyse des Bereichs der *outcomes* (vgl. Kritik von Gorman, 2008) kann nicht geleistet werden, gleichwohl durch die kurz- und mittelfristige Erfassung des Interesses, der selbstbezogenen Kognition und der Kenntnisse sowie von Erinnerungen und nachfolgenden Beschäftigungen schon eine beträchtliche Bandbreite möglicher Wirkungen des Museumsbesuchs (Anderson et al., 2007; Bell et al., 2009; Hooper-Greenhill, 2002) abgedeckt wird.

Methodisch reagiert die vorliegende Studie auf einige der in der Museumsforschung formulierten Kritikpunkte hinsichtlich des Studiendesigns und des Einsatzes adäquater Messinstrumente (Bell et al., 2009; Falk & Dierking, 2000; Martin, 2004): Sie setzt zwar aus zeitökonomischen Gründen quantitative Methoden ein, aber untersucht eine ausgewählte Medienstation, deren Wirkungen relativ abgrenzbar sind und nutzt zur Erhöhung der Validität speziell dafür entwickelte bzw. angepasste Instrumente (Rennie & McClafferty, 1996a; Shapiro, 2004). Mehrere Studiengruppen wurden gebildet, um dem Problem der rekrutierten Studienteilnehmer zu begegnen (Serrell, 2001). Mit mehreren Erhebungszeitpunkten – vor, während und nach dem Museumsbesuch – wird dem Desiderat entsprochen, motivationale und kognitive Veränderungen nicht nur kurz, sondern auch mittelfristig zu untersuchen (Bell et al., 2009; Falk et al., 2004; Lewalter & Geyer, 2005; Schwan et al., 2008).

Die beiden übergreifenden theoretischen Kapitel stellen sowohl pädagogisch-psychologische Ansätze wie auch museumsspezifische Zugänge vor, um die Zielsetzungen des Museums sowie die Bedingungen und möglichen Wirkungen eines Besuchs zu klären. Die Rolle naturwissenschaftlicher Museen als Vermittler zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit (Kapitel 2.1) werden ebenso thematisiert wie die Merkmale der Lernumgebung Museum (Kapitel 2.2). Im anschließenden Kapitel wird das Lernen im Museum zunächst unter museumsspezifischer Perspektive gefasst (Kapitel 3.1), um anschließend einzelne Aspekte motivationstheoretisch (Kapitel 3.2) und lerntheoretisch (Kapitel 3.3) zu vertiefen. Das Untersuchungsobjekt, die Medienstation „Die Welt der Moleküle“, ihr konkreter Aufbau, die Inhalte und Vermittlungsziele der Kuratorin werden in Kapitel 4 vorgestellt. Bezugnehmend auf die theoretischen Kapitel und den konkreten Untersuchungsgegenstand werden in Kapitel 5 die zentralen Fragestellungen und Hypothesen hergeleitet und vorgestellt. Der Auswertung der empirischen Daten vorangestellt ist das Kapitel Untersuchungsmethode (Kapitel 6), in dem das Studiendesign und die Stichproben (Kapitel 6.1) und die Auswertungsmethoden (Kapitel 6.2) vorgestellt werden. Die Befunde zu den zentralen Fragestellungen der Arbeit werden entsprechend der drei Studien präsentiert: die Nutzungsentscheidung und die motivationalen Wirkungen (Kapitel 7), die durch die Nutzung eintretenden Veränderungen der Kenntnisse (Kapitel 8) und schließlich die mittelfristigen Veränderungen der Motivation und der Kenntnisse (Kapitel 9). In Kapitel 10 werden diese Ergebnisse zusammenfassend diskutiert und methodische Schlussfolgerungen für zukünftige Studien gezogen.

# Lernumgebung Museum

## 2.1. Museen zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit

Die Geschichte der Museen ist in vielerlei Hinsicht eng mit gesellschafts- und bildungspolitischen Veränderungen, aber auch mit wissenschaftlichen und technischen Entwicklungen verwoben. Diese Verflechtungen sollen im Folgenden erläutert und ein Hintergrund skizziert werden, vor dem heutige naturwissenschaftlich-technische Ausstellungen interpretiert werden können.

Ausgewählte Charakteristiken naturwissenschaftlich-technischer Museen, wie der Wandel ihres Selbstverständnisses werden dargestellt, das Verhältnis zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit und daraus resultierende Bildungsaufgaben erläutert und schließlich deren Konsequenzen für naturwissenschaftlich-technische Museen diskutiert.

### 2.1.1. Naturwissenschaftlich-technische Museen

#### *Museen und museale Aufgaben*

Der Charakter und die Definition von Museen haben sich im Lauf der Geschichte mehrfach gewandelt. In den letzten Jahrzehnten hat sich jedoch in Deutschland und weltweit eine Definition durchgesetzt, die vom International Council of Museums (ICOM) stammt: "A museum is a non-profit, permanent institution in the service of society and its development, open to the public, which acquires, conserves, researches, communicates and exhibits the tangible and intangible heritage of humanity and its environment for the purposes of education, study and enjoyment" (ICOM, 2007, S. 2).

Diese Definition nennt fünf Kernaufgaben des Museums: das Sammeln, Bewahren, Erforschen, Vermitteln und Ausstellen von menschlichem Kulturgut und des Naturerbes. Museen erfüllen somit sowohl einen gesellschaftlichen Bildungsauftrag als auch Unterhaltungsaufgaben. Für die vorliegende Arbeit sind insbesondere die Kernaufgaben Ausstellen und Vermitteln von Interesse, die mit dem gesellschaftlichen Bildungsauftrag einhergehen. Die Vermittlungsfunktion des Museums spielte lange Zeit eine untergeordnete Rolle, heute ist sie in den meisten Satzungen verankert, beispielsweise auch in der des Deutschen Museums in München.

#### *Naturwissenschaftlich-technische Museen und Science Center*

Als Gegenpol zum objektorientierten, naturwissenschaftlich-technischen Museum hat sich seit den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts das Science Center mit seinem handlungs- und erlebnisorientierten Zugang positioniert (McManus, 1992; Schaper-Rinkel et al., 2002; Körber 2004). Museen dokumentieren mit historischen Originalobjekten wissenschaftliche und technische Errungenschaften. Sie zeigen Entwicklungslinien auf und vermitteln Bedeutungen, indem sie die Exponate in Bezug zu vergangenen und gegenwärtigen (kulturellen) Kontexten setzen (McManus, 1992). Science Center hingegen sammeln keine Objekte für die Nachwelt, sondern fokussieren sich primär auf ihre Bildungsfunktion (Durant, 1992, S. 8). Die Besucher können an interaktiven Exponaten, Experimenten oder Demonstrationen naturwissenschaftliche Phänomene entdecken und erfahren

(Körber, 2004; McManus, 1992; Salmi, 2003; Schaper-Rinkel et al., 2002). Ein erklärtes Ziel der Science Center ist es eindrucksvolle, sinnliche Erlebnisse zu bieten und damit Hemmschwellen abzubauen sowie Interessen und positive Einstellungen gegenüber den Naturwissenschaften zu fördern (Körber, 2004; Schaper-Rinkel et al., 2002). Während sich Science Center in ihrer Gründungsphase deutlich von den Museen abgrenzten, ist zunehmend eine Annäherung der beiden Formen festzustellen (Durant, 1992, S. 9). Beispielsweise erweitern manche Science Center ihr Repertoire durch erlebnis-dramaturgische Inszenierungen, um an individuelle Erfahrungen und Interessen der Besucher anzuknüpfen, um wissenschaftliche Zusammenhänge zu erschließen und damit Lernprozesse über Naturwissenschaften zu ermöglichen (Körber, 2004; Schaper-Rinkel et al., 2002). In zahlreichen Museen wiederum werden eigene Science Center-ähnliche Bereiche integriert oder erlebnis- und handlungsorientierte Ausstellungen geschaffen, die mit Science Center-Elementen und interaktiven digitalen Medien arbeiten.

### *Geschichte und Selbstverständnis naturwissenschaftlich-technischer Museen*

Museen blicken auf eine lange Geschichte zurück, in der sich jeweils der aktuelle Zeitgeist widerspiegelt: „Die Geschichte musealer Bildung und die Bedeutung von Museen für die Gesellschaft sind eng mit gesellschaftlichen Veränderungen und bildungspolitischen Neuorientierungen im Laufe der Zeit verbunden“ (Schmidt, 2009, S. 22). Diese enge Verflechtung mit aktuellen gesellschaftlichen Tendenzen machen stetige Prozesse der Neuverortung notwendig und führen zu Veränderungen des Selbstverständnisses.

Eine Darstellung der Ursprünge, Vorläufer und Pioniere naturwissenschaftlich-technischer Museen, ein Blick auf Veränderungen ihrer Sammlungsziele, ihres Verhältnisses zu Wissenschaft, Technik und Öffentlichkeit und damit auch ihres Lehr- und Bildungsauftrags, kann hier nicht geleistet werden. Eine kurze Analyse beschränkt sich auf die jüngeren Veränderungen der Institution Museum, da sich daran die aktuellen Forderungen an museale Angebote und deren Erforschung zeigen lassen.

Seit Beginn des 20. Jahrhunderts erhielten die Museen durch Rundfunk, Film und Fernsehen eine kommerzielle Konkurrenz, die das Freizeitverhalten veränderte. Dennoch lag der Fokus der Museen bis in die 1960er Jahre stärker auf dem Ausbau, Erhalt und der wissenschaftlichen Bearbeitung der Sammlung als auf der Bildung und Unterhaltung der Öffentlichkeit. Die Museen verstanden sich überwiegend als Expertensammlung, entsprechend präsentierten sie ihre Objekte nach klassischen Ordnungsprinzipien – nicht oder nur spärlich ergänzt durch Erläuterungsmaterialien.

In den 1960er und 70er Jahren begann eine kontroverse Diskussion über den gesellschaftlichen Auftrag und die Vermittlungsfunktion des Museums, u.a. in Hinblick auf die Bildungsreformbewegung (Noschka-Roos & Teichmann, 2006, S. 92). Zwei Publikationen der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) zur Lage der Museen in Deutschland (1974, 1971) sind hervorzuheben, die den „verstaubten Musentempel“ kritisierten und die Öffnung der Museen für eine breitere Öffentlichkeit forderten (Lewalter & Noschka-Roos, 2009, S. 532; Vieregg, 2008, S. 59). Die darin diagnostizierte Krise der Museen bildete den Grundstein für ein Umdenken der Museen in Richtung „Lernort“ und generell für einen Paradigmenwechsel im Sinne der Besucherorientierung (Graf, 2003).

Für die Ausgestaltung des Museums als Lernort übernahm die sich etablierende Museumspädagogik eine wichtige Rolle. Museumspädagogische Mitarbeiter und Zentren entwarfen und diversifizierten die Angebote mit Blick auf eine breitere Öffentlichkeit: Verschiedene Materialien und Begleitprogramme wie Führungen wurden zur Erschließung der überwiegend nach wissenschaftlichen Taxonomien aufgebauten Ausstellungen angeboten. Die Materialien wurden meist nachträglich konzipiert, weshalb das Risiko einer „Einbahnstraßendidaktik“ bestand, da auf die Interessen und Vorkenntnisse der Besucher nur bedingt eingegangen werden konnte. Erste Rufe nach einer Besucherforschung wurden laut (Auer et al., 1974; Klein & Bachmayer, 1981; Lewalter & Noschka-Roos, 2009).

Die politisch-emanzipatorische Reformeuphorie und die gewaltigen strukturellen Änderungen in der Arbeitswelt, die den Erhalt der Industriekultur und ihrer baulichen Zeugnisse gefährdeten, führten auch im Bereich der wissenschaftlich-technischen Museen zu großen Veränderungen. In den Konzepten der zahlreichen (Industrie-)Museen, die Ende der 1970er und im Laufe der 1980er Jahre neu gegründet wurden, zeigten sich neue Herangehensweisen an Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft: „Lernen für den Alltag aus der Geschichte“ und „Das lebendige Museum als Ort für historisches Lernen“ sowie die Vermittlung von Industrie-, Sozial-, und Wirtschaftsgeschichte waren Leitgedanken (Commandeur et al., 2007, S. 31).

Parallel dazu wurden ab den 1980ern in Deutschland und Europa erste Science Center gegründet. Waren amerikanische Science Center (bspw. das Exploratorium, San Francisco 1969) auch von deutschen Vorbildern wie der Urania, dem Deutschen Museum oder dem von Kükelhaus gestalteten Pavillon auf der Weltausstellung 1967 inspiriert, so entstanden in Europa nun Science Center unter amerikanischem Einfluss. Mit dem Versuchsfeld (heute Spectrum) verfügte das Deutsche Technikmuseum Berlin seit seiner Gründung (1982/83) über eine eigene Abteilung für Experimente, ein erstes deutsches Science Center (Schaper-Rinkel et al., 2002). An der Universität in Flensburg testete Lutz Fieser ab Mitte der 1980er interaktive Exponate und Experimentierstationen, heute bekannt unter dem Namen Phänomenta.

Freizeitparks und Science Center, die sich in den 1990ern weiterentwickelten sowie die veränderten Ansprüche des Museumspublikums – geprägt von der informationstechnischen Revolution und der Freizeit- und Erlebnisgesellschaft – forderten die naturwissenschaftlich-technischen Museen heraus (Nahrstedt, 2004; Noschka-Roos & Teichmann, 2006). Fragen der Wirtschaftlichkeit, Konkurrenz- und Veränderungsdruck und Legitimationszwang führten zu einer betriebswirtschaftlichen Wende, einem erweiterten Bildungsbegriff und in Folge dessen zu einem veränderten Selbstverständnis der Museen (Commandeur et al., 2007; Graf, 2000, 2003). Die Besucherorientierung ist seit den 1990ern ein explizites und allgemein akzeptiertes Leitziel, verstanden als „Differenzierung des Profils eines Museums nach seinen eigenen Stärken und seiner Angebote nach Interessenschwerpunkten der Adressaten“ (Graf, 2003, S. 75). Die Berücksichtigung der Besucher als „Kunden“ mit Bedürfnissen, Erwartungen und Erfahrungen entspricht nicht einem Plebiszit der Besucher oder einer alleinigen Ausrichtung auf Besuchszahlen. Vielmehr stellt sich die Frage, was Museen für die Öffentlichkeit leisten können (Bäumler, 2004) und wie Ergebnisse aus der Besucherforschung in der Ausstellungsarbeit und für die (Service-)Angebote berücksichtigt werden können. Besucherorientierte Ausstellungskonzepte – teilweise auch als „Erlebnismuseum“ bezeichnet – inszenieren Objekte in ar-

gumentativen, anschaulich-sinnlichen oder narrativen Zusammenhängen und fördern den Erlebnischarakter des Ausstellungsbesuchs mit diversen Materialien und begleitenden Programmen (Graf & Noschka-Roos, 2009; Lewalter & Noschka-Roos, 2009). Viele naturwissenschaftlich-technische Museen verfolgen heute einen technik- und sozialhistorischen Ansatz und bieten mittels thematischer Gliederungen und multipler Perspektiven anschauliche Bezüge zur Lebenswelt der Besucher. Kulturelle Aspekte der Wissenschaft und Technik, z.B. die Beziehungen zwischen Mensch und Technik, Arbeit und Freizeit sowie die vielfältigen ökonomischen und sozialen Strukturen und ihre andauernden Veränderungen stehen dabei im Mittelpunkt (Commandeur et al., 2007).

Idealtypisch können im 20. Jahrhundert drei Modelle oder Etappen beschrieben werden: Musentempel, Lernort und Erlebnismuseum, wobei alle drei „[...] notwendig zu beachtende, konstitutive Elemente in der besucherfreundlichen Vermittlungstätigkeit eines Museums“ beinhalten (Noschka-Roos & Teichmann, 2006, S. 93). Der Fachduktus steht für die Faszination und Einmaligkeit der Exponate, die eine wichtige Motivation für den Museumsbesuch darstellen. Der Bildungsduktus entspricht dem heute allgemein anerkannten gesellschaftlichen Vermittlungsauftrag der Museen. Der Dienstleistungsduktus beruht auf pragmatischen und empirischen Erkenntnissen, die den Besucher in den Mittelpunkt rücken. Heutige Museumskonzeptionen zeichnen sich durch einen Dreiklang dieser Faktoren aus.

Eine weitere Etappe deutet sich an: das Museum als Ort „kultureller Bildung“ (Kunz-Ott, 2009; Noschka-Roos & Hagedorn-Saupe, 2009; Treptow, 2005). Museen als kulturelle Räume mit vielfältigen naturkundlichen, technischen und kulturgeschichtlichen Sammlungen sollen verstärkt für das lebenslange Lernen breiter Bevölkerungskreise genutzt werden. Dabei wird Bildung sehr breit aufgefasst, als „Entwicklung der persönlichen Kultur des Menschen“ (Suhling, 2002, S. 6). Museen gelten dabei als Wahrnehmungsschule, Sinnsicherer und Förderer der Bedeutungslesekompetenz und können „als Ruhepole innerhalb einer sich pluralisierenden Umwelt, Antworten auf die bedeutsamen Fragen nach kulturellen und historischen Wurzeln einer Gesellschaft zu geben“ (Bäumler, 2004, S. 27).

### **2.1.2. Wissenschaft und Öffentlichkeit**

Das Verhältnis von Wissenschaft und Öffentlichkeit wird vor allem in den Zeiten debattiert, die nicht von Technik-Euphorie und Fortschrittgläubigkeit geprägt sind. Es sind jedoch nicht nur Fragen der Akzeptanz und Legitimität, auch der gewachsene Einfluss von Wissenschaft und Technik auf den Alltag der Bürger führte dazu, über das Verhältnis von Gesellschaft und Wissenschaft nachzudenken. Vor diesem Kontext sind Forderungen nach und Überlegungen zu einer naturwissenschaftlichen Allgemeinbildung zu betrachten und damit einhergehend, die zahlreichen Perspektiven und Initiativen, die sich mit deren Umsetzung beschäftigen.

#### *Verhältnis zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit*

Im 20. Jahrhundert hat sich das Bild der Öffentlichkeit von Naturwissenschaft und Technik stark gewandelt. Zwar wird auch heute allgemein ein großes Interesse festgestellt, darunter mischt sich jedoch Skepsis und mangelndes Vertrauen in Naturwissenschaft und Technik sowie in deren politische Regulierung (Miller, 2001). Fortschritt wird nicht mehr

wie im 19. und zu Anfang des 20. Jahrhunderts per se als „gut“ betrachtet, ihre negativen Auswirkungen (z.B. Atombombe, Treibhauseffekt, BSE, Datenschutz, etc.) werden insbesondere seit den 1970ern unter dem Stichwort Technikfolgen kritisch diskutiert (Bud, 1995; Kircher et al., 2010a). Mit Wissenschaftsbereichen wie Molekularbiologie, Humangenetik, Hirnforschung, Künstlicher Intelligenz oder auch der Nanotechnologie haben sich neue Reibungsflächen zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit ergeben. Diese öffentlichen Kontroversen markieren „[...] eine neue Phase im Verhältnis zwischen Wissenschaft, Medien und Öffentlichkeit“ oder gar einen Wendepunkt (Weingart, 2003, S. 115).

Gleichzeitig sind die komplizierten Theorien, Techniken und Fachtermini sowie ihre Möglichkeiten und Folgen für die Öffentlichkeit schwer zu begreifen und einzuschätzen. Sie gehören nicht zur Sphäre des alltäglichen Lebens und reichen meist über die vorhandene Bildung hinaus (Miller, 2001). Unterschiedlichste Studien, z.B. der französischen INRA<sup>1</sup>, der Europäische Kommission, des amerikanischen National Science Board weisen darauf hin, dass die naturwissenschaftliche Bildung in der Öffentlichkeit relativ gering ausgeprägt ist (s.a. Gräber et al., 2002; Schrader et al., 2008). Brüning (2002) befürchtet deshalb, dass die Kluft größer wird, zwischen dem Einfluss der Wissenschaften auf das Leben und dem öffentlichen Bewusstsein darüber.

### *Begründungen und Ziele einer naturwissenschaftlichen Grundbildung*

In einer zunehmend komplexeren Wissensgesellschaft und angesichts der wachsenden Relevanz von Technik und Wissenschaft wird die naturwissenschaftliche Bildung jedes Einzelnen als grundlegend erachtet. Die Argumente für die Aneignung naturwissenschaftlicher Kenntnisse und eines Verständnisses für die „Natur der Naturwissenschaften“ sind dabei vielfältig (Bodmer, 1985; Gräber et al., 2002; Matthews, 1998; Roberts, 2007; Thomas & Durant, 1987).

Driver (1996, S. 16–23) zählt fünf Gründe für das Lernen von Naturwissenschaften auf und gibt damit einen guten Überblick:

**1. Nützlichkeit:** Individuen einer Gesellschaft benötigen für eine verantwortungsbewusste Lebensgestaltung ein grundlegendes Wissen über Naturwissenschaften und Technik, z.B. um als Konsumenten oder Patienten effektiv handeln oder um technische Objekte handhaben und Prozesse ausführen zu können, mit denen sie im Alltag konfrontiert werden. Darüber hinaus benötigen moderne Industriegesellschaften naturwissenschaftlich-technisch gut ausgebildete Arbeitskräfte, um wettbewerbsfähig zu bleiben (s.a. Gräber et al., 2002; Thomas & Durant, 1987).

**2. Demokratie:** Naturwissenschaftliche Bildung wird als Basis für Orientierungsfähigkeit und Meinungsbildung erachtet (s.a. Weingart, 2007), fehlendes Wissen und Missverständnisse über die Natur der Naturwissenschaften hingegen mit unlogischen und unangemessenen Positionen in Verbindung gebracht (s.a. McComas, Clough, et al., 1998). Damit ist die (längerfristige) Hoffnung verbunden, dass die Bürger die wissenschaftlichen Entwicklungen besser verstehen, unvoreingenommen, aber kritisch hinsichtlich ihrer gesellschaftlichen, ethischen und ökonomischen Bedeutung reflektieren, sowie verantwor-

---

<sup>1</sup> INRA : L'Institut National de la Recherche Agronomique (The French National Institute for Agricultural Research)

tungsbewusst an demokratischen Entscheidungsprozessen teilnehmen können (s.a. AAAS, 1993). Naturwissenschaftliche Grundbildung wird als Voraussetzung für eine effektive, lokale und globale bürgerliche Teilhabe erachtet (s.a. Burns et al., 2003; Schrader et al., 2008; Shamos, 1995; Smith & Scharmann, 1999)

3. und 4. Kultur und Moral: Die Naturwissenschaften stellen ein wesentliches Element unserer gegenwärtigen Kultur dar. Die von ihr generierten Kenntnisse sind als herausragende kulturelle Errungenschaften anzusehen, die es an und für sich wert sind vermittelt und gelernt zu werden (s.a. Kircher et al., 2010a; Thomas & Durant, 1987). Naturwissenschaftler sind dabei besonderen Normen, Moral und einem Berufsethos verpflichtet, die weit über dem gesellschaftlichen Standard liegen (s.a. Thomas & Durant, 1987).

5. Lernen: Einige Autoren vertreten die Annahme, dass naturwissenschaftliche Inhalte durch ein angemessenes Verständnis für die Natur der Naturwissenschaften erfolgreicher gelernt werden können (s.a. Shamos, 1995). Dies entspricht einer konstruktivistischen Sichtweise auf das Lernen, die fordert, nicht nur Begriffe und Konzepte zu vermitteln, sondern auch die persönliche und gesellschaftliche Bedeutung zu thematisieren (s.a. Duit, 1995). Obwohl einzelne Studien hierzu vorliegen (s.a. McComas, Clough, et al., 1998), ist der „kausale Zusammenhang zwischen Wissenschaftsverständnis der Physik und erfolgreichem Physik Lernen und zwischen Wissenschaftsverständnis und Motivation [...] empirisch nicht ausreichend belegt“ (Leisner, 2005a, S. 13).

### *Initiativen zu Wissenschaft und Öffentlichkeit*

In 1980er Jahren hat eine internationale Diskussion über das naturwissenschaftliche Verständnis der Bevölkerung und das Verhältnis zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit begonnen, gleichwohl es sich dabei nicht um ein neues Thema handelte (Conein, 2004). Die Debatte erreichte Deutschland etwa zehn Jahre später: 1999 begann die Initiative *PUSH* und im Jahr 2000 wurde *Wissenschaft im Dialog* als eine der wichtigsten Initiativen gegründet. Weltweit setzen sich zahlreiche Initiativen, Arbeitsgruppen und Forschungsprojekte mit diesem Thema auseinander.

Die Programme und Forschungsansätze firmieren unter Schlagworten wie: *Science Communication, Public Awareness of Science, Scientific Literacy, Public Understanding of Science, Public Understanding of Science and the Humanities, Public Understanding of Research, Public Understanding of Current Research, Science in Society, Public Engagement in Science...*

Kritisiert wurden einige dieser Ansätze dafür, dass sie sich auf die Defizite der Bevölkerung und auf eine Experten-Laien-Dichotomie stützten sowie unzulässige und inadäquate Ziele verfolgten (Levy-Leblond, 1992; Macdonald, 1996; Miller, 2001). Einige Initiativen strebten z.B. eine Akzeptanzbeschaffung für Wissenschaft und Technik und die Beruhigung der Öffentlichkeit an (Conein, 2004). Des Weiteren wurde die Kenntnis von Ergebnissen der Wissenschaft über aktuelle und kontroverse Wissenschaftsdiskussionen, das Verständnis des Forschungsprozesses und über die Natur der Naturwissenschaften gestellt (Chittenden et al., 2004; Miller, 2001; Shamos, 1995). Die Orientierungsfähigkeit und Aktivierung der Bevölkerung, im Sinne von direkter Einbeziehung und Motivationsförderung wurde entsprechend wenig berücksichtigt (Field & Powell, 2001; Miller, 2001).

Diese Perspektiven und Programme weisen dennoch zahlreiche Gemeinsamkeiten auf, bauen aufeinander auf oder gewichten nur einzelnen Inhalte anders.

Burns et al. (2003, S. 190) fasst Ziele von Initiativen zum Dialog von Wissenschaft und Öffentlichkeit folgendermaßen zusammen:

- für Naturwissenschaft und Technik sensibilisieren, diese bekannt machen
- positive Einstellungen, Akzeptanz fördern
- für Naturwissenschaft und Technik interessieren, Freude daran und Auseinandersetzung damit anregen
- Kenntnis und Verständnis für grundlegende naturwissenschaftliche Theorien und Phänomene fördern
- Verständnis für Forschungsprozesse und Methoden und den Charakter wissenschaftlichen Handelns und Wissens fördern
- Verständnis für soziale Eingebundenheit von Wissenschaft, für Wirkungen und Rückwirkungen fördern
- Bevölkerung an der Diskussionen der Wissenschaft und über Wissenschaft beteiligen

(eigene Übersetzung)

Mit dem Akronym AEIOU: „**A**wareness of science; **E**njoyment or other affective responses to science; **I**nterest in science; the forming, reforming or confirming of science-related **O**pinions (or attitudes); and **U**nderstanding of science“ verdichten Burns et al. (2003, S. 190) die Zielsetzungen dieser Initiativen nochmals.

### **2.1.3. Museen als Vermittler zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit**

Museen gehören zu den ältesten Vermittlern zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit. Sie sind auf zwei Ebenen von den Veränderungen der „Wissensgesellschaft“ betroffen: zum einen über den sich rapide verändernden Sammlungsgegenstand – die Naturwissenschaft und Technik selbst, zum anderen über das „politische, wirtschaftliche und kulturelle Umfeld“, in dem sie sich befinden (Trischler, 2001, S. 191). Bezogen auf das Umfeld kann rückblickend festgestellt werden, dass die Vermittlungsfunktion des Museums immer dann in den Fokus geraten ist, wenn insgesamt die Bildung der Öffentlichkeit diskutiert wurde (Graf & Noschka-Roos, 2009).

#### *Relevanz der Museen*

Museen werden in dieser Debatte um naturwissenschaftliche Bildung in einer wichtigen Rolle gesehen, sowohl auf Grund ihrer Position als (scheinbar) neutraler Akteur, als auch auf Grund der besonderen Charakteristiken als informeller Lernort. Museen sollen dem großen Teil der Bevölkerung, der keine formalen Bildungseinrichtungen besucht, verschiedene Formen der Unterstützung zukommen lassen (Conein, 2004; Durant, 1992; Lederman et al., 1998; Schrader et al., 2008; Shamos, 1995; Weitze, 2001). Im Folgenden werden unter den Schlagworten „Bewertung“, „Orientierung“ und „Aktualität und Dialog“ einige dieser Forderungen an die Museen vorgestellt.



Bewertung: Das Informationsangebot hat in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts durch die Massenmedien deutlich zugenommen, und damit auch die Schwierigkeit der Bewertung der Qualität und Glaubwürdigkeit von Informationen. Im Kontext komplexer und kontroverser Sachverhalte und den gesellschaftspolitischen Folgen sind jedoch hochwertige, vertrauenswürdige Informationen und unabhängige Experten nötig (Weingart, 2003). Während die Bevölkerung insbesondere den Medien stellenweise misstraut, ist das öffentliche Vertrauen in die Institution Museum sehr hoch. Offensichtlich besteht kein Bewusstsein darüber, dass auch das Museum und seine Ausstellungen Ergebnis der Arbeit einzelner Kuratoren und damit mehr oder weniger subjektive Aussagen sind. Vielmehr scheinen die Museen für Besucher eine Art Wert setzende, objektive Instanz darzustellen (Macdonald, 1996). Um diesem Vertrauensvorsprung gerecht zu werden, sollten sich Museen in der Wissensgesellschaft als unabhängige Institution profilieren, „die zwischen den Interessen von Technik bzw. Wissenschaft und der Öffentlichkeit vermittelt“ (Seltz & Sieglerschmidt, 2001, S. 46). Unabhängigkeit heißt dabei vor allem, sich den politischen und ökonomischen Forderungen nicht zu beugen oder gar Selbstzensur vorzunehmen, um wenig Angriffsfläche zu bieten: „It would be tragic indeed if we too retreated from controversy and opted only for the safe, the sanitised“ (Bloom, 1992, S. 20). Auf der anderen Seite stellt sich die Frage, wie viel Offenheit und Konflikthaftigkeit ein museales Angebot zeigen darf, dass dieses nicht vor allem Verwirrung stiftet. Laien sind mit dem diskursiven Erkenntnisprozess und dem konflikthaften Status des Wissens häufig überfordert. Dies liegt unter anderem daran, dass sie naturwissenschaftliches Wissen vielfach als linear, logisch, empirisch abgesichert, widerspruchsfrei und „wahr“ betrachten (Liebert & Weitze, 2006). Museen sind also gefordert, nicht nur selbst zu bewerten und vertrauenswürdige Informationen zur Verfügung stellen, sondern ein Verständnis für die Naturwissenschaften und damit die grundlegenden Kompetenzen zur Bewertung von Kontroversen zu vermitteln.

Orientierung: Je mehr Wissen insgesamt vorhanden ist, desto größer werden die individuellen Lücken in Spezialbereichen und umso wesentlicher werden Basis- und Überblickswissen (Noschka-Roos & Teichmann, 2006). Die Ziele der Ausstellungskommunikation sollten entsprechend nicht nur auf Inhalte ausgerichtet werden, „sondern auch auf die Vermittlung kommunikativer Verfahren und Kompetenzen, welche die Zielgruppen unabhängig vom jeweiligen konkreten wissenschaftlichen Thema anwenden können“ (Liebert & Weitze, 2006, S. 9). Die besondere Relevanz des Museums für die Öffentlichkeit liegt somit in der Vermittlung eines Überblicks, von Basisinformationen und von grundsätzlichen Zusammenhängen. Im Gegensatz zur spezialisierten Forschung produziert die wissenschaftlichen Ausstellungsarbeit insbesondere Orientierungswissen, das die Grenzen fachwissenschaftlicher Forschung überwinden und „transdisziplinäre und technologieübergreifende Entwicklungsmuster und Bezüge“ deutlich machen kann (Noschka-Roos & Teichmann, 2006, S. 98). „Aufklärende Kulturarbeit“ heißt nicht ein Mehr an Wissen anhäufen, sondern dass „Laien im Museum mit diesem Wissen und seinen Anwendungen einen Sinn verbinden und dazu Stellung nehmen können“ (Seltz & Sieglerschmidt, 2001, S. 45).

Aktualität und Dialog: Nicht nur Forschungsprozesse, sondern auch aktuelle Forschungsinhalte sollen von Museen ausgestellt werden. Wichtig ist es dabei, auf bestehende oder potentielle Zweifel und Unsicherheiten der Bevölkerung einzugehen (Durant, 1992) und damit die öffentliche Diskussion und Meinungsbildung zu unterstützen. Als Folge der Initiativen zur Förderung des Dialogs zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit wurde verstärkt über die Rolle der Museen für die Gesellschaft (Trischler, 2001) sowie über den Lernort Museum (Hauser, 2005) debattiert. In diesem Zusammenhang sind sowohl neue dialogische Formate als auch die Anstrengungen der Museen zu betrachten, ihre Potentiale im Rahmen von Forschungsprojekten zu untersuchen, zu verbessern und zu dokumentieren.

### *Präsentation von Produkten, Konzepten und der Natur der Naturwissenschaften*

Im Zuge der Debatte um das Wissenschaftsverständnis sind Museen aufgefordert über thematische Ausstellungen (z.B. gesellschaftlich relevante Forschungsthemen) hinauszugehen und weniger Technik als vielmehr Forschungsprozesse und ihre Bedingungen zu thematisieren. Die Entwicklung neuer Vermittlungsformen ist notwendig um aktuelle Forschungsthemen und die Natur der Wissenschaften angemessen zu vermitteln und gleichzeitig den Bedürfnissen der Öffentlichkeit zu entsprechen. Neben dem relativ trägen Format Ausstellung werden andere Präsentationsformen vor Ort und im Internet genutzt, um aktuelle Themen unter alltagsrelevanten Perspektiven zu kommunizieren und mit dem Besucher in einen Austausch zu treten (Noschka-Roos & Teichmann, 2006). Vorträge, Forscherlabore, Expertendiskussionen sowie neue mediale Angebote (z.B. Dialogterminals) stärken die Position des Besuchers als Kommunikationspartner und fördern die Auseinandersetzung mit dem Thema und mit eigenen Überzeugungen. Beispiele für Museen, die dies umsetzen, finden sich in Amerika schon in den 1980ern (Museum of Science and Industry, Chicago: Inquiry) und in Großbritannien seit den 1990ern (Wellcome Centre for Medical Science, London: Science for Life; Science Museum, London: Science Box; Birmingham Museum of Science: Science is...). Zwar werden dadurch hohe Ansprüche an die Museen gestellt, dennoch birgt die Präsentation von aktuellen, kontroversen und damit vielfältigen und spannenden Inhalten für eine breite Öffentlichkeit und der Öffnung der Museen hin zu einer Kommunikationsplattform auch große Chancen.

## **2.2. Charakteristiken der Lernumgebung**

Um die Besonderheiten des Lernens im Museum zu beschreiben, wird häufig auf den informellen Charakter verwiesen. Diesen hat das Museum mit anderen Lerngelegenheiten wie dem Alltag oder außerschulischen Programmen gemeinsam (Davies, 2004; Overwien, 2005). Weiterhin können Museen als gestaltete Lernumgebungen (*designed environments*) beschrieben werden. Sie ermöglichen durch vielfältige Vermittlungsangebote unterschiedlichste Erfahrungen und versuchen diese entsprechend ihrer Bildungsziele mit didaktischen Methoden zu beeinflussen: „Artifacts, media, and signage are primarily used to guide the learner's experience. While these environments are structured by institutions, the nature of the learner's interaction with the environment is often determined by the individual“ (Bell et al., 2009, S. 48).

Museale Informationsangebote zeichnen sich durch Authentizität, Situiertheit, multiple Perspektiven und multimodale Angebote aus, die vom Besucher freiwillig und selbstgesteuert wahrgenommen werden können (Lewalter & Noschka-Roos, 2009). Die situativen Merkmale der Lernumgebung Museum entsprechen damit in vielen Punkten den Anforderungen für erfolgreiches Lernen – aktiv, selbstgesteuert, konstruktiv, emotional, situiert und sozial – wie sie entsprechend des gemäßigten Konstruktivismus formuliert werden (Hein, 1998; Reinmann & Mandl, 2006; Riemeier, 2007; vgl. Kapitel 3.3.1).

Im folgenden Kapitel werden grundsätzliche Charakteristiken und daraus resultierende Nutzungsmöglichkeiten des Museums und die Auswirkungen auf das Lernen dargestellt. Zudem wird auf die Charakteristiken der Informationsangebote eingegangen.

### **2.2.1. Nutzungsmöglichkeiten**

Wahlfreiheit und Selbststeuerung: Museen bieten Informations- und Lerngelegenheiten, die von Besuchern selbstgesteuert ausgewählt und wahrgenommen werden können (Falk, Storksdieck, et al., 2007; Graf & Treinen, 1983). Sie zeichnen sich, im Gegensatz zu organisierten und strukturierten (formellen) Lernorten wie Schulen und Universitäten dadurch aus, dass die Lernhandlung freiwillig, selbständig, ohne Lerndruck und Überprüfung des Lernerfolgs erfolgt. Doch auch in informellen Settings kann Lernen mit formellen Charakteristiken stattfinden, z.B. Führungen oder organisierte Schulklassenbesuche mit spezifischen Arbeitsaufträgen. Für das stattfindende Lernen muss deshalb im Einzelfall bestimmt werden, welcher Grad der Wahlfreiheit und Selbstbestimmung zutrifft (Hein, 1998; Schwan et al., 2008). Free-choice learning bezieht sich konkret auf Situationen, in denen der Lernende zahlreiche Möglichkeiten hat auf das eigene Lernen Einfluss zu nehmen und dieses aktiv zu gestalten, d.h. was, wie, wo, mit wem und wie lange gelernt wird (Falk, Dierking, et al., 2007).

Der Museumsbesuch stellt unter dieser Perspektive eine prototypische Situation für den konstruktivistischen Ansatz des Wissenserwerbs als selbstgesteuerten Prozess dar, in der die Lernenden aktiv Maßnahmen zur Steuerung und Kontrolle ihrer Lernprozesse ergreifen (Lewalter & Geyer, 2005; Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1998). Die Charakteristiken der Lernumgebung Museum, die selbst gewählte, neigungsorientierte Auseinandersetzung mit Ausstellungsobjekten sind aus motivationstheoretischer Sicht dazu geeignet, eine intrinsische und interessen geleitete Lernmotivation zu fördern (Lewalter & Geyer, 2005). Viele Besucher erleben die Wahlfreiheit als positiv, im Sinne der Befriedigung ihres Bedürfnisses nach Autonomie. Insbesondere bei Besuchern, die wenig Museumserfahrung und thematische Vorkenntnisse besitzen, besteht jedoch die Gefahr, dass sie sich nicht wohl fühlen: inkompetent, orientierungslos und ohne Kontrolle der Situation (Lepenes, 2003). Dem entgegenzuwirken ist eine besondere Herausforderung für die Gestaltung von Museen und Ausstellungen.

Phasen, Muster und Episoden: In Folge der Wahlfreiheit und Selbststeuerung, die das Museum charakterisieren, erfolgen der Museumsbesuch und die Wissensaneignung weitgehend ohne vorgegebene Struktur und Zielvorgaben. Meist werden ideale Wege und Zugänge geplant, wie die Besucher sich die Informationen und das Museum als konkreten architektonischen Ort durch Begehen erschließen und erfahren können. Die räumlichen Gegebenheiten einer Ausstellung strukturieren den Besuch und beeinflussen die

Wege und das Informationsverhalten der Besucher. Diese Strukturierungsangebote haben insgesamt jedoch nur einen beschränkten Einfluss (Falk & Dierking, 1992, 2000). Falk & Dierking (1992) zeigten, dass ein Museumsbesuch in allgemeine Phasen strukturiert ist, die sich in Bezug auf die Bewegung im Raum und auf die Auseinandersetzung mit den Ausstellungsinhalten unterscheiden. Die Autoren identifizierten verschiedene Besuchsphasen, die mit unterschiedlichen Verhaltensmustern einhergehen: Orientierung, intensive Betrachtung, *Cruising* und Verabschiedung. Die Ausprägung dieser Phasen unterscheidet sich zudem danach, ob es sich um Erstbesucher oder Gelegenheitsbesucher, regelmäßige Besucher oder organisierte Gruppen handelt. Rounds (2004, S. 390) schildert die vorurteilsbehafteten, typischen Verhaltensmuster: „They meander about the museum, sampling randomly here and there, ignoring most of the exhibits, choosing in a seemingly haphazard manner those to which they do attend carefully“ und argumentiert für eine andere Interpretation. Er betont, dass es sich für einen Besucher, der von Neugier und nicht durch ein konkretes Wissensbedürfnis motiviert ist, um eine angemessene Form der Aneignung handelt. Rounds beschreibt einfache Heuristiken, die Besucher anwenden, um die Kosten der Suche nach dem nächsten attraktiven Angebot zu reduzieren und die Zahl reizvoller Interaktionen zu maximieren.

Die Informationsverarbeitung im Museum unterscheidet sich von systematisch-strategischem Lernen insbesondere dadurch, dass sie nicht aus strukturierten, zeitlich abgeschlossenen („vollständigen“) Lerneinheiten besteht. Museumsbesuche und die dort stattfindende Wissensaneignung bestehen vielmehr aus kurzen und ungerichteten Episoden, die eher zu fragmentarischen, weniger kohärent verknüpften kognitiven Repräsentationen führen (Bell et al., 2009; Prenzel & Thoma, 2006; Schwan et al., 2008). Ausstellungsbesuche gliedern sich zum einen in eine Reihe einzelner Lernepisoden, die sich auf bestimmte Objekte oder Bereiche beziehen (Schwan et al., 2008). Zum anderen stellen Museumsbesuche selbst eine Episode des kontinuierlichen, lebenslangen Lernens dar, was sich beispielsweise in den Langzeiterinnerungen an Ausstellungsbesuche widerspiegelt, die entsprechend episodisch strukturiert sind (Dierking, 1991; Falk & Dierking, 2000; Schwan et al., 2008).

Soziale Prozesse: Im Gegensatz zu vielen anderen Lernumgebungen ist das Museum eine Lernumgebung, die gemeinsam mit der Familie, Freunden oder dem Partner genutzt werden kann. Die Mehrheit der Besucher kommt in Begleitung ins Museum (Graf & Nosschka-Roos, 2009), häufig sind diese gemeinschaftlichen Erfahrungen, d.h. der soziale Kontakt sogar das hauptsächliche Besuchsmotiv (Briseño-Garzón et al., 2007a; Falk et al., 1998; Packer, 2004; Schäfer, 2003; Schwan et al., 2008).

Die Art und Präsentation der Exponate haben großen Einfluss darauf, inwiefern soziale Prozesse und eine gemeinsame Wissenskonstruktion angeregt werden (Rennie & McClafferty, 1996a). Mit verschiedenen Formaten versuchen Museen explizit dialogisches, kooperatives Lernen und Problemlösen zu fördern (z.B. durch personale Vermittlung, Multiplayer-Spiele, Dialogstationen u.a.). Tiefgreifenden Einfluss auf das Verhalten der Besucher hat auch die Konstellation der Besuchsgruppe (McManus, 1994). Spezielle Lehr-Lern-Muster zeigen sich beispielsweise bei Familien mit Kindern: Eltern erklären oder machen ihre Kinder auf besondere Dinge aufmerksam (Ellenbogen et al., 2004; Rennie & McClafferty, 1996a). Weisen Personen einer Besuchsgruppe einen unterschiedlichen

Kenntnisstand auf, fördern Diskussionen, Hinweise, Erfahrungsaustausch, gegenseitiges Erklären und gemeinsames Suchen nach Antworten, das Lernen und den Wissenstransfer (Jeffery-Clay, 1998; Uzzel, 1993). Die Zuhörer können im Idealfall Probleme lösen, die über ihren aktuellen Wissensstand hinausgehen (Falk & Dierking, 2000). Auch bei Lernenden mit höherem Vorwissen fördert die soziale Interaktion eine aktive Informationsintegration, d.h. die Vernetzung von präsentierten Inhalten mit vorhandenen Kenntnissen. Nicht nur Personen, die zur Besuchsgruppe gehören, auch fremde Besucher oder das Museumspersonal beeinflussen direkt oder indirekt das Verhalten und das Lernen. Es hat sich gezeigt, dass Besucher mehr und besser lernen, wenn sie während des Museumsbesuchs anderen Besuchern zuhören, zuschauen oder deren Verhalten nachahmen (Falk & Dierking, 2000; Koran et al., 1988; Vom Lehn et al., 2001; Rennie & McClafferty, 1996a).

Sozio-konstruktivistische und sozio-kulturelle Theorien betonen die Bedeutung sozialer Interaktionen für den individuellen Wissenserwerb. Für den Aufbau und die Veränderungen von Wissensstrukturen werden die Interaktionen der Lernenden miteinander, die Unterstützung, die Artikulation und die Kenntnisnahme anderer Standpunkte als ausschlaggebend angesehen (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1998). Geteiltes oder gemeinsam erarbeitetes Wissen, gemeinsame Erlebnisse und Erfahrungen haben zudem einen positiven Einfluss auf das motivational-affektive Erleben der Lernenden (Falk & Dierking, 1992; Rennie & Johnston, 2004). Ein gemeinsamer Museumsbesuch fördert auf natürliche Weise das Erleben sozialer Eingebundenheit (Geyer, 2008), wodurch sich die Chance auf eine intensive, interessen geleitete Auseinandersetzung mit dem Informationsangebot erhöht.

### **2.2.2. Charakteristiken musealer Informationsangebote**

Authentische Objekte: In einer von Medien und indirekten Erfahrungen dominierten Welt bieten authentische Objekte einen großen Anreiz für einen Museumsbesuch (Falk & Dierking, 1992, 2000; Korff & Roth, 1990). Die besondere Qualität von Objekten, ihre Materialität, Dauerhaftigkeit und Anschaulichkeit macht diese zu besonderen, authentischen Zeugen für ihren nicht (mehr) erfahrbaren Ursprungskontext. Das Spannungsverhältnis zwischen Nähe/Vertrautheit und Fremdheit, das in der Museologie als Aura bezeichnet wird, ist der Ausgangspunkt für die faszinierende Wirkung der Objektwelten des Museums (Korff, 1993, 1995; Paris, 2002; Scholze, 2004).

Objekte können beim Betrachter Gefühle der Bestätigung, des Wiedererkennens, der Irritation und der Befremdung hervorrufen (Carbonell, 2004; Korff, 1993). Insbesondere Fremdheit und Irritation werden als Auslöser für intensive Auseinandersetzungen und somit als Startpunkt für Bildungsprozesse erachtet. Aber auch Bekanntes, die Bestätigung des eigenen Wissens und der Weltsicht ist wichtig, um individuelle Bezüge herstellen zu können und sich als kompetent zu erleben. Die Besucher können an authentischen Objekten die Bedeutsamkeit und die Relevanz der dargestellten Inhalte für bestimmte Lebensbereiche und Praxisfelder erkennen (Lewalter & Noschka-Roos, 2009). Sie verbinden den Kontext der Objekte quasi mit dem eigenen lebensweltlichen Kontext.

Rekontextualisierung und multiple Perspektiven: Aus dem Fehlen des ursprünglichen Objekt-Kontextes folgt, dass museale Objekte wieder in einen inhaltlichen oder assoziativen

Zusammenhang gebracht werden müssen, um sie dadurch verständlich zu machen. Mit verschiedenen gestalterischen Mitteln (Platzierung, Zusammenstellung, Beleuchtung oder Farbgebung) und Inszenierungen (z.B. rekonstruierende und abstrahierende Inszenierungen) werden unterschiedliche Ziele verfolgt: mehrere Sinne anzusprechen, die Besucher emotional zu berühren und zu beeindrucken, nicht direkt Sichtbares wahrnehmbar zu machen, implizite Botschaften, aber auch konkrete Zusammenhänge und Wechselwirkungen oder Ideen zu vermitteln (Kaiser, 2006; Klein & Wüsthoff-Schäfer, 1990).

Die Deutungsoffenheit der Objekte (Korff, 1995, 2002) und die Gleichzeitigkeit verschiedener Informationsebenen ermöglichen es Querbezüge und unterschiedliche Sichtweisen aufzuzeigen: Solche multiperspektivischen Informationsangebote sind erforderlich, um den Ansprüchen zu genügen, wissenschaftliche Kontroversen darzustellen und das Wissenschaftsverständnis der Besucher zu fördern (s.a. Kapitel 2.2.2). Das Museum wird zu einem Ort, an dem Besucher unterschiedliche Meinungen und Sichtweisen kennen und bewerten lernen. Wichtiger als eine allumfassende Darstellung mittels vielschichtiger Interpretationsebenen ist es, den Besucher zur Beteiligung, zur eigenen Interpretation, zur Nutzung der eigenen Erkenntnismöglichkeiten zu ermutigen (Bloom, 1992; Lahav, 2004; Suhling, 2002). Die Bedeutungszuschreibung erfolgt dementsprechend nicht nur durch die kuratorische Arbeit, sondern auch durch den betrachtenden Besucher selbst. Das Bewusstsein für die Mitwirkung des Besuchers an der Deutung und das verstärkte Nachdenken über Rekontextualisierung, Inszenierung und Szenographie sind auch in Zusammenhang mit dem Perspektivwechsel hin zur besucherorientierten Ausstellung und den konstruktivistischen Theorien zum Lernen zu sehen (vgl. Kapitel 2.1.1 und 3.3.1).

Unterschiedliche Deutungsperspektiven heißt, dass die Besucher vielfältige Anknüpfungspunkte und Einstiege vorfinden, was die individuellen Bedeutungszuschreibungen erleichtert (Hein, 1998; Jeffery-Clay, 1998; Lewalter & Noschka-Roos, 2009). Durch sinnstiftende Kontexte, die den Besucher konkret betreffen oder für ihn wichtig sind, wird wiederum die Aufrechterhaltung eines situationalen Interesses gefördert (Mitchell, 1993). Anknüpfungsmöglichkeiten an individuelle Erfahrungen und Vorwissen werden auch als elementar für den Lernerfolg gesehen. Verschiedene Perspektiven regen dazu an, das Gelernte auf andere Problemstellungen anzuwenden und zu übertragen. Die Erweiterung vorhandenen Wissens sowie die flexible Anwendung der neu erworbenen Kenntnisse werden durch diese Verankerung der Information in multiplen Kontexten erleichtert (Blumschein, 2003; Gerstenmaier & Mandl, 1995; Reinmann & Mandl, 2006). Allerdings ist der kognitive Aufwand für die Besucher deutlich höher, wenn sie sich aus unterschiedlichen Perspektiven selbst eine Meinung bilden müssen. Fehlt die instruktionale Unterstützung in einem Setting mit multiplen Perspektiven, besteht die Gefahr der Verwirrung und Überforderung, insbesondere von schwachen Lernenden (Kirschner et al., 2006; Weinert, 1996).

Multicodale, multimodale und multimediale Zugänge: Authentische Objekte und inszenierte Räume werden meist „durch ein *explizites* Informationskonzept ergänzt, das eine verständliche und besucherorientierte Präsentation der Ausstellungsinhalte in Form von Texten oder Neuen Medien bereitstellt“ (Lewalter & Noschka-Roos, 2009, S. 541, s.a. Bell et al., 2009). Objekte, interaktive Exponate, Modelle, Dioramen, Graphiken, Fotografien, Objektbeschriftungen und Ausstellungstexte unterscheiden sich hinsichtlich der

ihnen eigenen Zeichensysteme (Kodierungsform) und der von ihnen angesprochenen Sinnesmodalitäten, die durch die Informationspräsentation angeregt werden.

Theorien zum multimedialen Lernen (z.B. Lowe & Schnotz, 2008; Mayer, 2003, 2005, 1992; Schnotz, 2001; Schnotz & Bannert, 1999, 2003; Schnotz & Rasch, 2005) weisen darauf hin, dass sich die Prozesse der Informationsverarbeitung unterscheiden, je nachdem, ob die Informationen in Form symbolischer Texte oder analoger Bilder vorliegen und, ob diese visuell oder auditiv rezipiert werden. Nach Mayer (2001) ist es entscheidend, in welcher Modalität diese vorliegen (Modalitätseffekt) und ob die Informationen in Form von Text-Bild-Kombinationen präsentiert werden (Multimediaeffekt). Konkret wird davon ausgegangen, dass multimodal und multicodal aufbereitete Informationen den Erwerb und das Erinnern von Wissen besser unterstützen als Darstellungen, die nur eine Codierung aufweisen und einen Sinneskanal ansprechen. Nach Schnotz & Bannert (2003) ist für das Verstehen notwendig, dass die verschiedenen auditiven und bildhaften Informationen und die daraus resultierenden mentalen Modelle in ein gemeinsames Modell integriert werden. Die Anforderungen an die Lernenden können dabei teilweise sehr hoch sein, da diese relevante Informationen in den Darstellungsformen identifizieren, systematisch aufeinander beziehen und aktiv Verknüpfungen herstellen müssen (Kozma, 2003). Dies kann eine hohe kognitive Belastung nach sich ziehen (*cognitive load*, vgl. Chandler & Sweller, 1991) und die Informationsverarbeitung sowie die Motivation der Lernenden negativ beeinflussen (Paas et al., 2005). Verschiedene Prinzipien des multimedialen Lernens (Mayer, 2005) können helfen den Wissenserwerb zu unterstützen und den *cognitive load* zu reduzieren. Beispielsweise helfen Signale, explizite Beziehungshinweise (räumlich, zeitlich, farblich, symbolisch) zwischen den Informationen und Visualisierungen insbesondere Lernende mit geringem Vorwissen und verringern den kognitiven Aufwand. Multicodal und multimodal präsentierte Informationen bieten dem Lernenden zudem die Möglichkeit diejenigen Darbietungsformen zu wählen, die seinen individuellen Präferenzen entsprechen. Dies fördert nicht nur die kognitive Verarbeitung, sondern idealerweise auch das emotionale Erleben, insbesondere das Autonomieerleben.

Digitale Medien: Eine besondere Form multicodaler und multimodaler Zugänge bieten digitale Medien. Über die bereits vorgestellten medienpsychologischen Qualitäten hinausgehend wird häufig auf weitere Potentiale verwiesen: Vernetzung, Interaktivität und Dynamik, Partizipation und Dialog, Adaptivität, Personalisierung und Kontextsensitivität, Immersion und Simulation (vgl. Reussner et al., 2007; Schmidt, 2009; Schwan et al., 2006). Digitale Ausstellungsangebote schöpfen diese Potentiale häufig nicht umfassend aus.

Digitale Medien in Museen können unterschiedlich beschrieben und kategorisiert werden. Während Bäumler (2004) digitale Medien auf Grundlage funktionaler Charakteristiken beschreibt, greift Brückner (2006) auf technologische Charakteristiken zurück. Kategorisierungen unter Berücksichtigung des Raumbezugs (Sauter, 2005), des Objektbezugs (Noschka-Roos, 2006), hinsichtlich der Aktivitätsmöglichkeiten (Schaller et al., 2002) oder Kombinationen aus mehreren dieser Kriterien (Hawkey, 2004) werden von anderen Autoren verwendet. Unterschieden werden kann auch, ob Medien eine dienende Funktionen haben, z.B. zur Rekontextualisierung eines Objekts eingesetzt werden, oder aber

einen Eigenwert besitzen und somit ein Exponat für sich darstellen (Iglhaut, 2006; Merz, 2006; Noschka-Roos, 2006; Sauter, 2005).

Interaktive Bildschirmanwendungen und Installationen, also Medienangebote, die einen engen Objekt- oder Inhaltsbezug haben, gehören derzeit zu den häufigsten Formen neuer Medien in Museen. Ihr Einsatz kann inhaltliche, unterhaltungsorientierte, besucherorientierte, inszenatorische oder symbolische Gründe haben. Meist werden sie als Vermittlungswerkzeuge eingesetzt, aber auch mit dem Ziel, Ausstellungen durch Neue Medien attraktiv zu halten, indem veränderte Seh- und Rezeptionsbedingungen und Erwartungen berücksichtigt werden (Bäumler, 2004; Brückner, 2006; Griffiths, 2003). Besucher erwarten heute, dass sie im Museum selbst aktiv werden („Hand anlegen“) können und wählen Exponate dahingehend aus (Dierking & Falk, 1998a; Falk et al., 2004). Interaktive (mediale) Exponate stellen attraktive Angebote dar, die die Besucher anziehen und länger fesseln als statische Objekte (Bell et al., 2009, Schmitt-Scheerso, 2003). Sie bieten eine selbstgesteuerte Auseinandersetzung mit unterschiedlichem Interaktivitätsgrad sowie Möglichkeiten zur gemeinsamen Nutzung. Solche Exponate, an denen Besucher selbst tätig werden, Optionen auswählen, Eingaben machen, Hypothesen und ihre Fähigkeiten testen können, tragen dazu bei, dass Besucher sich als autonom und kompetent erleben können und ihr Interesse aufrechterhalten wird (McLean, 1993). Im Idealfall fördern mediale Exponate sowohl die Interaktion mit dem Objekt als auch die Interaktionen zwischen Besuchern und damit die gemeinsame Wissenskonstruktion entsprechend der sozio-konstruktivistischen Sichtweise (Meisner et al., 2007). Das Verhältnis bzw. die Konkurrenz zu den Originalobjekten wird insbesondere in Kuratorenkreisen kritisch diskutiert. Umfangreiche Untersuchungen, welchen Mehrwert digitale mediale Angebote im Museum bieten, ist unter Berücksichtigung motivationaler und kognitiver Faktoren bislang nur unzureichend untersucht worden (Bartels & Hein, 2003; Krombaß & Harms, 2006).

Informationshierarchien und multiple Schwierigkeitsgrade: „In order to avoid passivity, frustration, or saturation with information, the intellectual ergonomics of an exhibition must be supported by a global language, a 'macro language', which is immediately visible and accessible“ (Rosnay, 1992, S. 25). Eine solche *macro language* sind Informationshierarchien, die den Besuchern den Zugang zu Informationen erleichtern, indem sie signalisieren, um welche Art von Informationen es sich handelt: um Angebote zur Einführung, zur Grundinformation oder zur Vertiefung. Abteilungs-, Bereichs- oder Objekt-Texte decken ein Kontinuum zwischen allgemeinen und speziellen Informationen ab und sind in sich ebenfalls hierarchisch aufgebaut. Hierarchien und *advance organizer* (hinleitende Überblicks-Informationen) stellen wichtige Mittel zur Optimierung des Museumsbesuchs und Selektion von Angeboten entsprechend dem eigenen Anforderungsniveau dar. Sie sind vergleichbar mit instruktionalen Anleitungen, die sich als Unterstützung im Umgang mit komplexen Situationen als förderlich herausgestellt haben (Reinmann & Mandl, 2006). Jedoch merken Prenzel & Thoma (2006, S. 30) an, dass es für informelle Lernumgebungen bislang „zu wenig gesichertes Wissen darüber [...], wie offen oder wie strukturiert eine Umgebung für bestimmte Zielstellungen und Zielgruppen gestaltet werden soll.“ Für das Erleben von Kompetenz und der Förderung einer selbstbestimmten und auf



Interessen beruhenden Auseinandersetzung mit den Inhalten sind diese Fragen von besonderer Relevanz.

# **Lernen im Museum aus museums-, motivations- und lerntheoretischen Perspektiven**

## **3.1. Einflussfaktoren und Wirkungen aus Sicht der Museumsforschung**

Museen haben sich von jeher Theorien, Methoden und Erkenntnissen unterschiedlicher Forschungsdisziplinen wie der Soziologie, der Kommunikationswissenschaft, der Bildungsforschung oder der Psychologie bedient, um für sie zentrale Fragen zu den Lernprozessen und -möglichkeiten beantworten zu können (Bell et al., 2009; Csikszentmihalyi & Hermandson, 1995; Graf & Noschka-Roos, 2009). Ein gemeinsamer Ansatz der Museumsforschung findet sich dementsprechend nicht, sondern vielmehr eine Vielzahl verschiedener Strömungen, die das Lernen in informellen Umgebungen evaluieren und erklären: „This limits the degree to which the study of learning science in informal environments functions as a field“ (Bell et al., 2009, S. 31).

### Evaluationsforschung und theoriebasierte Forschungsansätze

Viele Erkenntnisse zum Lernen im Museum entstammen einer eher pragmatisch ausgerichteten Besucher- und Evaluationsforschung, für die Generalisierbarkeit und Theoriebildung kein primäres Ziel darstellen. Die auf theoretischer Grundlage stattfindende empirische Forschung ist hingegen noch relativ jung (Falk & Storksdieck, 2005a; Harms & Krombaß, 2008). Erst in den letzten Jahrzehnten haben sich die Zielstellungen der Museumsforschung merklich erweitert, hin zu einem allgemeineren Ziel, Lernen zu verstehen und zu fördern (Hooper-Greenhill, 2007). In Deutschland wurden sogar erst in den letzten Jahren vermehrt Forschungsprojekte zum Lernen im Museum unternommen, die eine theoriebasierte und grundlagenorientierte Analyse der Lernprozesse anstreben (Graf & Noschka-Roos, 2009; Schwan et al., 2006). Die anglo-amerikanische Forschungslandschaft ist mit Blick auf die Anzahl von Untersuchungen und auf deren Diversität dementsprechend weit voraus. Ein weiterer Grund hierfür ist, „dass der Theoriediskurs und dessen Verflechtung mit der musealen Praxis in diesen Ländern deutlich enger aufeinander bezogen stattfindet und miteinander verflochten ist, als das in Deutschland der Fall ist“ (Grünewald Steiger, 2008, S. 2). Amerikanische Museen waren von Anfang an einem Bildungsauftrag und einer demokratischen Öffentlichkeit verpflichtet, und auch die private Finanzierung amerikanischer Museen führte zu einer intensiveren Evaluationsforschung (Bell et al., 2009; Hein, 1998; Hooper-Greenhill, 2007).

### Theoretische Basis der Museumsforschung

Betrachtet man die Museums- und Besucherforschung, zeigen sich Parallelen zur Entwicklung der lernpsychologischen Schulen (Noschka-Roos & Teichmann, 2006; s.a. Kapitel 2.1.1). Im Laufe des 20. Jahrhunderts haben sich die Kenntnisse darüber, wann und wie Menschen lernen, dramatisch verändert (Falk et al., 2006). Mehrere theoretische Perspektiven haben die Museumsforschung besonders stark beeinflusst: behavioristische, kognitions-psychologische, konstruktivistische und soziokulturelle Ansätze (Bell et al., 2009; Kelly, 2007). Seit der subjektorientierten Wende, die sich insbesondere durch kon-

struktivistische Ansätze auszeichnet, konzentrierte sich die Museumsforschung stärker auf den Aspekt der Wissensaneignung durch den Besucher, weniger auf die Wissensvermittlung durch das Museum (Noschka-Roos & Teichmann, 2006). Die individuelle Seite des Lernprozesses, die Vorkenntnisse, Bedürfnisse, Interessen, die kulturelle Identität und das *meaning making* der Museumsbesucher gerieten in den Fokus (Bell et al., 2009; Black, 2005; Falk & Dierking, 1992, 2000; Hein, 1995; Kelly, 2007).

Zwei Forschungsperspektiven haben derzeit einen großen Einfluss auf die Museumsforschung (vgl. Bell et al., 2009; Kelly, 2007): Soziokulturelle Ansätze bauen auf kognitions-psychologischen Grundlagen auf, betonen jedoch die kulturelle und soziale Bedingtheit der menschlichen Entwicklung und des Lernens. Sie betrachten das Museum nicht als Auslöser der Veränderung, sondern als Ort, an dem die kognitive und kulturelle Weiterentwicklung des Einzelnen durch Teilhabe an kulturellen Praxen möglich wird und an dem eine gemeinsame soziale Realität konstruiert wird. Das *Contextual Model of Learning* von (Falk & Dierking, 1992, 2000) wiederum ist aus der Forschungspraxis heraus entwickelt worden und stellt keine homogene Lerntheorie oder Adaption einer Lerntheorie dar, sondern integriert unterschiedlichste Theorien, um den komplexen Lernprozessen im Museum gerecht zu werden.

Im Folgenden wird das *Contextual Model of Learning* von Falk & Dierking vorgestellt, da dieses eine umfassende Sicht auf das Lernen im Museum und die in diesem Kontext relevanten Faktoren ermöglicht. Zudem hat es eine weite Verbreitung gefunden und sich als weitgehend kompatibel mit soziokulturellen Ansätzen erwiesen (Bell et al., 2009).

### **3.1.1. The Contextual Model of Learning**

Falk & Dierking (1992, 2000) bieten mit dem *Contextual Model of Learning* einen Ansatz, um die Komplexität des *free-choice learnings* und des Museumserlebnis systematisch zu ordnen und besser verstehen zu können. Die Autoren schlagen einen Denkraum vor, der das Lernen holistisch zu fassen versucht, d.h. die Besonderheiten und Details der Bedingungen möglichst umfassend berücksichtigt (Falk & Dierking, 2000). Dieser Rahmen kann einerseits dazu dienen, das Lernen besser zu beschreiben, zu untersuchen und zu verstehen und andererseits dabei helfen, die Gestaltung der musealen Angebote zu optimieren und somit den Lernprozess zu beeinflussen. Das *Contextual Model of Learning* (Falk & Dierking, 2000) ist eine Weiterentwicklung des *Interactive Experience Models* (Falk & Dierking, 1992). Beide beruhen auf langjährigen Forschungsarbeiten, theoretischen Analysen und empirischen Untersuchungen. Sie werden als vorläufig und erweiterbar angesehen und können somit jederzeit ergänzt und optimiert werden (s.a. Falk & Storksdiack, 2005a).

Die Autoren gehen von drei Kontexten aus, die den Museumsbesuch beeinflussen: „Learning begins with the individual. Learning involves others. Learning takes place somewhere“ (Falk & Dierking, 2002, S. 36). Das Modell beschreibt dementsprechend die persönlichen Ausgangsbedingungen der Besucher, die sozialen und kulturellen Rahmenbedingungen des Besuchs, der Besucher und der Ausstellung sowie den gegenständlichen Kontext der Ausstellung. Bezüge bestehen sowohl zu konstruktivistischen, kognitivistischen als auch zu soziokulturellen Lerntheorien (Falk & Storksdiack, 2005a). Lernen wird als eine Interaktion zwischen einer Person und ihrem Umfeld aufgefasst, die zur Kon-

struktion einer subjektiven Wirklichkeit sowie zur Anpassung zwischen Individuum und Umwelt führt. Unter Lernen wird folglich sowohl der Prozess als auch das Produkt einer Interaktion eines Individuums mit seiner Umgebung verstanden. Zusätzlich betonen Falk & Dierking (1992, 2000, 2002) den Faktor „Zeit“: Der Museumsbesuch wird als eine Art Schnappschuss auf den individuellen Lernprozess gesehen, der vor dem Besuch begonnen hat und sich auch nach dem Besuch fortsetzt. Affektive, kognitive, soziale Erfahrungen und Verhaltensweisen werden als Ausgangspunkte und auch als Resultate des Lernprozesses betrachtet.

Zahlreiche Einflussvariablen auf das Lernen im Museum wurden mittels Meta-Analysen extrahiert und besonders relevante Faktoren identifiziert. Falk & Dierking (2000) beziehen acht Faktoren des individuellen, soziokulturellen und gegenständlichen Kontexts mit ein, um ein möglichst ganzheitliches Bild des Lernprozesses zu zeichnen:

### Personal Context

Der *Personal Context* umfasst die persönlichen Faktoren, die das Individuum auszeichnen und das Museumserlebnis beeinflussen. Jeder Besucher und jeder seiner Besuche ist einzigartig, was bedeutet, dass der *Personal Context* sehr stark variiert.

#### 1. Motivation und Erwartungen

Die Gründe und Erwartungen, die Museumsbesucher an ihren Aufenthalt im Museum haben, sind sehr unterschiedlich. Abhängig davon, welche Motivationen und Vorerfahrungen bestehen, gestalten sich der Besuch und die Lernprozesse sehr unterschiedlich. Ob und wie weit Erwartungen erfüllt werden oder nicht, beeinflusst positiv oder negativ die stattfindenden Lernprozesse.

#### 2. Vorwissen, Interessen und Überzeugungen

Die Auswahl und die Intensität der Nutzung von Angeboten hängen sehr stark von den Interessen, dem Vorwissen und den Einstellungen der Besucher ab. Auch die Wirkung der gewählten Ausstellungsbereiche, die Sinnkonstruktion und Bedeutungszuschreibung werden von diesen Merkmalen beeinflusst.

#### 3. Wahl und Kontrolle

Lernen ist besonders effektiv, wenn der Lernprozess aktiv mitgestaltet, d.h. Zeitpunkte und Inhalte bestimmt werden können. Die Museumsumgebung bietet dem Besucher zahlreiche Möglichkeiten zur selbstgesteuerten Auswahl und Handhabung von Exponaten.

### Sociocultural Context

Der *Sociocultural Context* bezieht sich auf die Faktoren, die die zwischenmenschliche Interaktion und den soziokulturellen Hintergrund der Besucher betreffen.

#### 4. Soziokulturelle Vermittlung innerhalb einer Gruppe

Museumsbesucher kommen meist in einer sozialen Gruppe ins Museum, die als Lernergemeinschaft aufgefasst werden kann. Die Gruppenmitglieder profitieren wechselseitig voneinander, da sie sich beim Erfassen und Begreifen neuer Inhalte unterstützen und gemeinsam Wissen erarbeiten. Gleichzeitig fördern diese gemeinsamen Erlebnisse und Erfahrungen sowie das geteilte Wissen, die soziale Bindung und gegenseitige Akzeptanz.

#### 5. Fördernde Vermittlung durch andere Personen

Lernprozesse können auch von Personen außerhalb der Lerngruppe wirkungsvoll unterstützt oder aber behindert werden. Museumsmitarbeiter können das Lernen gezielt fördern und auch fremde Besucher können als Vorbild fungieren, wenn diese als kompetent oder erfahrener wahrgenommen werden.

### Physical Context

In der ständigen Interaktion mit der Umwelt, mit materiellen und technischen Objekten und symbolischen Werkzeugen (Bsp. Sprache, Symbole) wird Bedeutung konstruiert. Nicht vorgesehene, innovative Nutzungsweisen von Museumsobjekten zeigen auf eindrückliche Weise den Lernprozess als individuelle Aneignung des Objekts. Der *Physical Context* betrifft die gegenständlichen Faktoren, die den Museumsbesuch beeinflussen, von der Lage des Museums über die Sanitäreinrichtungen hin zum Design der Ausstellung und Maßnahmen zur Förderung des Lernens.

#### 6. Strukturierungs- und Orientierungshilfen

Bei ihrem ersten Besuch in einem Museum stehen Besucher einer neuen Umgebung und neuen Inhalten gegenüber, was zu Desorientierung, Unsicherheit und Überforderung führen kann. Orientierungs- und Strukturierungshilfen unterstützen die Besucher darin, sich besser zurechtzufinden und fördern damit ihr Wohlbefinden. Menschen lernen tendenziell besser, wenn sie sich subjektiv sicher fühlen. Mit *advance organizers* können Besucher darin unterstützt werden, ihre Aufmerksamkeit besser zu steuern und Inhalte als bedeutungsvoll zu erkennen.

#### 7. Gestaltungsmerkmale

Lernen im Museum hängt stark von der Gestaltung der Architektur, der Ausstellungsräume und dem konkreten Design einer Ausstellung ab. Durch die Nutzung des Raums, durch Inszenierungen und starke visuelle Signale können Lernprozesse positiv beeinflusst werden. Die graphische Gestaltung von Informationen und Objekten beeinflusst, ob ein Besucher bereit ist, sich ernsthaft mit diesen auseinanderzusetzen. Originale Objekte sind von besonderer Bedeutung und Anziehungskraft für die Besucher.

#### 8. Verstärkung durch Ereignisse und Erfahrungen außerhalb des Museums

Lernen ist zeitlich gesehen ein kumulativer, kontinuierlicher Prozess. Dieser hängt von Angebot und Kontext, aber auch von vorherigen Lernprozessen ab und ist wiederum die Basis für zukünftiges Lernen. Somit ist die Bedeutungskonstruktion mit dem Museumsbesuch nicht zu Ende, sondern wird fortgesetzt in einem unaufhörlichen Prozess des Erinnerns und Vernetzens, zu dem unterschiedliche Quellen und Erfahrungen beitragen. Diese verstärkenden Ereignisse können auch lange Zeit nach dem Besuch stattfinden und Lernerfolge sich erst dann zeigen.

### Einsatz des Contextual Models in der Praxis

Das *Contextual Model of Learning* eignet sich besonders zur Beschreibung von Lernprozessen innerhalb des komplexen Kontexts des *free-choice learnings*, weniger als prädiktives Modell zur Erklärung oder Vorhersage von konkreten Wirkungen (Falk & Dierking, 2000; Falk & Storksdieck, 2005a). Die Gliederung des Lernkontexts in die Bereiche *personal*, *physical* und *social context* ist zwar künstlich, da sich diese überlappen und gegenseitig beeinflussen, für die Forschung kann die Trennung jedoch hilfreich sein (Rennie & Johnston, 2004). Der Versuch „alle“ oder zumindest eine Vielzahl der musealen und au-

ßermusealen Einflussvariablen auf das Museumslernen zu berücksichtigen, wird als wünschenswert und vielversprechend erachtet (Rennie & Johnston, 2004; Wilde, 2007). Verschiedene quantitative und qualitative Studien beziehen sich auf das *Contextual Model of Learning* (z.B. Falk & Adelman, 2003; Hillman, 2006; Krombaß & Harms, 2006; Pedretti, 2004; Waltner, 2007; Wilde & Bätz, 2006; Wilde et al., 2009), vielfach konzentrierten sie sich allerdings auf einen oder wenige ausgewählte Aspekte des Modells. Falk & Storck (2005a, 2005b) testeten in einer empirischen Studie inwiefern sich das *Contextual Model of Learning* als Rahmen für die empirische Forschung nutzen lässt und verwendeten für eine verbesserte Operationalisierbarkeit ein Modell mit zwölf Faktoren. Dennoch wurde die praktisch-empirische Umsetzung durch die Forschergruppe um Falk & Dierking dafür kritisiert, dass die Vielzahl der identifizierten Einflüsse mit nur zwölf Faktoren operationalisiert wurde. Für eine differenzierte Untersuchung des Lernens im Museum könnte dies zu wenig detailliert sein, zudem könnte es „je nach Intention einer Studie [...] erforderlich sein, diese Faktoren zu präzisieren und in begrifflicher Engführung zu definieren, um sie einer didaktischen Operationalisierung bzw. Evaluierung zugänglich zu machen“ (Wilde, 2007, S. 172). Neben dieser genaueren Definition der Einflussfaktoren fehlt dem *Contextual Model of Learning* eine präzise Beschreibung und Kategorisierung möglicher Wirkungen und Ergebnisse (*outcomes*) eines Museumsbesuchs (Gorman, 2008).

### **3.1.2. Potentielle Wirkungen des Lernens im Museum**

Museen sind Lernumgebungen, die außergewöhnlich viele unterschiedliche Erfahrungen ermöglichen (Hein, 1998). Zahlreiche Forscher und Autoren schlagen dementsprechend vor, alle Erlebnisse und Erfahrungen, die Besucher im Museum, in einer Ausstellung oder an einem Exponat machen (können) als Grundlage zu nehmen und das Lernen im Museum sehr breit zu fassen (z.B. Bell et al., 2009; Falk & Dierking, 1995, 2000; Graf, 2005; Hein, 1998; Hooper-Greenhill, 2004; Kelly, 2007; Rennie & Johnston, 2004). Sie sind sich einig darüber, dass zur Bestimmung des Gesamtpotentials informeller Lernmöglichkeiten die Untersuchung der kognitiven Lernwirkung zu kurz gegriffen ist. So erklären beispielsweise Bell et al. (2009, S. 27): „[...] the range of learning outcomes far exceeds the typical academic emphasis on conceptual knowledge. Across informal settings, learners may develop awareness, interest, motivation, social competencies, and practices. They may develop incremental knowledge, habits of mind, and identities that set them on a trajectory to learn more.“

Bezüglich der Beschreibung und Klassifikation möglicher Wirkungen besteht jedoch weiterer Forschungs- und Abstimmungsbedarf (Rennie & Johnston, 2004). Zudem ist unwahrscheinlich, dass die Erfolgskriterien des Museums mit denen der Besucher übereinstimmen (Hooper-Greenhill, 2004). Wenngleich in der Forschungsgemeinschaft kein Konsens über die wichtigsten Effekte und die besten Messverfahren herrscht, so gehen Bell et al. (2009, S. 76) doch davon aus, dass ein grundsätzlicher Konsens zu den Wirkungen informeller Lernumgebungen besteht: dass sie eine große Bandbreite umfassen, dass sie nicht immer antizipierbar sind, dass sie sich nicht unbedingt sofort einstellen und dass Wirkungen auf verschiedenen Ebenen eintreten können (nicht nur bei einem Individuum, sondern auch bei einer Gruppe oder Gemeinschaft).

Zwei Modelle, wie Wirkungen des Museumsbesuchs gefasst werden können, sollen im Folgenden vorgestellt werden: ein themenunabhängiges, die *Generic Learning Outcomes*

und ein themenspezifisches, das *Ecological Model for Learning in Places and Pursuits*, das sich auf das Lernen von Naturwissenschaften bezieht.

### Generic Learning Outcomes

Im Rahmen des „Learning Impact Research Project“ wurde das Ziel verfolgt, ein Verständnis für Lernprozesse und Lernwirkungen in Museen, Archiven und Bibliotheken zu entwickeln sowie geeignete Forschungsverfahren aufzuzeigen, um diese zu dokumentieren. In der Studie wird Lernen sehr breit aufgefasst und folgendermaßen definiert: „It is not only multidimensional in scope, it occurs through multi-dimensional processes, and it will result in a diverse and multi-faceted range of outcomes“ (Hooper-Greenhill, 2004, S. 158). In umfangreichen Literatur- und Pilotstudien wurden fünf Lernwirkungen (*Generic Learning Outcomes*) identifiziert, die sowohl das breite Bild nachzeichnen als auch spezifischere Analysen ermöglichen. Die *Generic Learning Outcomes* stellen die Mindestanzahl an Faktoren und das höchste Generalisierungsniveau dar. Die fünf generellen Wirkungen für den Kultursektor sind: Wissen und Verständnis; Fertigkeiten; Einstellungen und Werte; Freude, Inspiration und Kreativität; Handeln, Verhalten und Verstärkung.

Das LIRP-Projekt definiert diese Kategorien folgendermaßen:

1. Increase in knowledge and understanding of
  - subject-specific (history, science)
  - between and across subjects
  - specific artefacts, books, documents (Chinese scroll, vase)
  - site-specific (history, geography, use of site)
  - locality, neighbourhood, region, country
  - self, personal matters (my family)
  - others (my neighbours' past and present)
2. Increase in skills
  - subject specific (mapping, estimating, painting)
  - site-specific (how to use a library, archive, museum)
  - practical (craft-based, manipulative, bodily-kinaesthetic)
  - transferable (working in teams, using a computer)
  - key (numeracy, literacy, communication, ICT)
  - critical and ethical thinking, social skills
  - other cognitive skills, problem-solving skills
  - emotional skills (managing anger, or powerful feelings)
3. Change in attitudes, values or feelings of
  - motivation (to learn more, become interested, feel confident)
  - about oneself (positive personal identity, self-esteem, self-respect, confidence)
  - independence, sense of personal achievement, sense of self in the community
  - about others (tolerance of difference)
  - about museums, archives, libraries, about a subject

#### 4. Enjoyment, inspiration, creativity

- personal enrichment
- fun
- making new connections, lateral thinking
- generation of new ideas or actions
- making and producing things
- invention
- experimentation

#### 5. Action, behaviour (now and in the future/looking back), progression

- doing more of something (reading, visiting an archive, learning)
- doing something different (visiting a museum for the first time, going to college)
- bringing others (family, friends)
- working in teams
- employment, work placement.

(Hooper-Greenhill, 2002, S. 11, 2004, S. 163)

Jede dieser Kategorien kann weiterhin danach beurteilt werden, inwiefern sie kurz- oder langfristig, intensiv oder eher oberflächlicher Natur ist. Zu den intensiven Erfahrungen können ein gesteigertes Bewusstsein, veränderte Einstellungen oder Wahrnehmungen gezählt werden. Häufiger ist jedoch, dass die Lernenden sich darin bestätigt fühlen, was sie bereits wussten.

Die Autoren betonen die Notwendigkeit zwischen Lernprozessen und Lernwirkungen zu unterscheiden, merken aber auch die Überlappungen zwischen den Konzepten und die Schwierigkeit der Trennung an (s.a. Falk & Dierking, 1995).

#### Ecological Framework

Bell et al., (2009) schlagen mit dem *Ecological Framework for Learning in Places and Pursuits* einen weiteren Ansatz vor, der verschiedene Theorien und Rahmenmodelle zum Lernen berücksichtigt, darunter auch das *Contextual Model of Learning*. Ziel der Autoren ist es, kognitive, soziale und kulturelle Lernprozesse und Lernwirkungen zu beschreiben, die durch spezifische Merkmale der Lernumgebungen beeinflusst werden. Bell et al. (2009) sowie auch andere Autoren (Bitgood, 2002; Falk & Dierking, 1992, 2000) betonen, dass die Wirkungen, die ein Museumsbesuch und die Nutzung von Lerngelegenheiten bei einzelnen Individuen tatsächlich haben können, in großem Maße von den Besucher- und Besuchscharakteristiken abhängt.

Im Gegensatz zu den thematisch ungebundenen *Generic Learning Outcomes* beschreiben Bell et al. (2009, S. 43) die konkreten Wirkungen, die in Lernumgebungen zum Thema Naturwissenschaften beobachtet und angestrebt werden. Diese potentiellen und angestrebten Wirkungen werden in sechs Stränge gegliedert, die eng miteinander verbunden sind:

- Developing Interest in Science: „Experience excitement, interest, and motivation to learn about phenomena in the natural and physical world“
- Understanding Science Knowledge: „Come to generate, understand, remember, and use concepts, explanations, arguments, models, and facts related to science“



- Engaging in Scientific Reasoning: „Manipulate, test, explore, predict, question, observe, and make sense of the natural and physical world“
- Reflecting on Science: „Reflect on science as a way of knowing; on processes, conceptions, and institutions of science; and on their own process of learning about phenomena“
- Engaging in Scientific Practice: „Participate in scientific activities and learning practices with others, using scientific language and tools“
- Identifying with the Scientific Enterprise: „Think about themselves as science learners and develop an identity as someone who knows about, uses, and sometimes contributes to science“.

Die einzelnen Aspekte der Subkategorien stimmen weitgehend mit anderen Entwürfen (z.B. Burns et al., 2003; Falk & Dierking, 1995; McCrory, 2002) überein, die fast alle kognitive, motivationale, affektive, einstellungsrelevante und verhaltensbezogene sowie soziale Aspekte nennen. Falk et al., (2004) beschreiben in ihrer Studie zu interaktiven Exponaten darüber hinausgehend eine nur selten genannte Kategorie: die *museum literacy*.

#### Berücksichtigung der Zeit

In den letzten Jahrzehnten hat der Faktor Zeit in der Erforschung des Lernens im Museum eine immer stärkere Berücksichtigung gefunden, jedoch nicht (mehr) als indirektes Maß für Lernerfolge (vgl. Borun et al., 1996; Sandifer, 1997). Vielmehr wird das Lernen im Museum gesehen als „subset of a larger, ever evolving continuum of learning and meaning-making across the life span“ (Falk & Dierking, 2000, S. xiv). Die Besucher kommen nicht ohne Vorkenntnisse und Vorerfahrungen ins Museum und ihr Lernprozess ist mit Ende des Besuchs ebenfalls nicht abgeschlossen: Lernen wird also als kumulativer Prozess aufgefasst.

Übereinstimmend mit diesen Annahmen teilt Anderson et al. (2007, S. 211) die Wirkungen von Museumsbesuchen in drei Kategorien ein:

- museum experiences can reinforce prior experiences,
- they can provide new experiences, and
- they may spark new experiences.

Neue Informationen werden in Abhängigkeit des Vorwissens und bestehenden Überzeugungen interpretiert (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1998), d.h. vorhergegangene kognitive, affektive, soziale, kulturelle Erfahrungen und Verhaltensweisen einer Person beeinflussen und verstärken die folgenden Lernprozesse. Die Bedeutungskonstruktion ist zudem nicht irgendwann beendet, sondern es handelt sich um einen unaufhörlichen Prozess des Erinnerns und Vernetzens, des Erweiterns und Konsolidierens (Dierking et al., 2003; Silverman, 1995). Rennie & Johnston (2004, S. 7) fassen eingängig zusammen: „Learning is change and change is not instant“. Bis ein Lernerfolg messbar oder dem Lernenden bewusst wird, kann es Stunden, Tage oder Wochen dauern (Dierking et al., 2003; Falk et al., 2004). Bis dahin handelt es sich in gewisser Weise um „potentielles Lernen“ (Borun et al., 1996). Ein herausragendes Beispiel für das Phänomen des „potentiellen Lernens“ ist der Aha-Effekt. Er beruht auf bestehenden Erfahrungen und Erkenntnissen, die unter dem Licht neuer Informationen, eine neue Bedeutung erhalten.

Viele Studien zeigen, dass die Besucher bleibende und lebhaftere Erinnerungen an ihre Besuche haben. Sie nennen Gefühle, episodische und soziale Ereignisse, beschreiben Emotionen oder berichten von Gedanken über Inhalte (z.B. McManus, 1993; Stevenson, 1991). Dabei scheinen besonders enge Beziehungen zwischen Gefühlen und Erinnerung zu bestehen (Anderson et al., 2007). Wie viele und welche Erinnerungen ein Besucher hat, wird von vielen Faktoren beeinflusst, z.B. von seinen Gefühlen während des Besuchs und seiner Zufriedenheit, von seinem Vorwissen, seinen Interessen und Motivationen, seiner Identität. Auch nachfolgende Interaktionen sind ausschlaggebend, z.B. dafür, wie dauerhaft erworbene Kenntnisse und Einstellungen sind (Rennie & McClafferty, 1996a). Das Mitteilen und Diskutieren von Erfahrungen und Informationen beeinflusst und verstärkt beispielsweise die Erinnerungen und die (subjektiv) empfundenen Wirkungen des Museumsbesuchs (Anderson et al., 2007).

#### Methodische Erfassung von Prozessen und Wirkungen

Zwar strebt der Forschungsbereich nach einer größeren Dichte und Qualität von Daten zum informellen Lernen, jedoch kämpfen die Forscher mit theoretischen, technischen und praktischen Problemen, mehr noch als in der klassischen Bildungs- und Unterrichtsforschung (Bell et al., 2009). Als eine der größten Herausforderungen wird die Entwicklung von handhabbaren, evidenz-basierten Instrumenten angesehen, da diese eine sehr große Bandbreite an Einflussfaktoren und Lernwirkungen abdecken müssen (Bell et al., 2009; Falk & Dierking, 2000; Martin, 2004). Die Entwicklung solcher Instrumente wirft immer auch Fragen nach der Art der Messung (z.B. Fragebögen, strukturierte und semi-strukturierte Interviews, Fokus Gruppen, Besucherbeobachtung, Tagebücher, Lautes-Denken-Methode sowie Video- und Audioaufzeichnungen; s.a. Thoma, 2009) und ihrer Angemessenheit auf. Messungen stellen natürlicherweise keinen Bestandteil eines informellen Lernerlebnisses dar: „Controlling participants’ experiences to isolate particular influences, to arrange for pre- and post-tests, or to attempt other traditional measures of learning can be impractical, disruptive, and at times, impossible given the features, norms, and typical practices in informal environments“ (Bell et al., 2009, S. 56). Insbesondere quantitative Methoden werden von manchen Forschern als wenig flexibel und sensibel und als dem sozialen Kontext nicht angemessen erachtet (Bell et al., 2009; Rennie & Johnston, 2004). Nicht nur die Wahl der Instrumente, auch die inhaltliche Ausformung beeinflusst, was gemessen wird. Die Passung zwischen Messdimensionen und Wirkungen bei individuellen Besuchern ist auf Grund der selbstgesteuerten und selektiven Nutzung der Ausstellungsobjekte mit quantitativen Instrumenten eingeschränkt. Für qualitative Methoden oder eine Einschränkung des Untersuchungsbereichs spricht, dass Tests, die den möglichen Wirkungen einer Lernumgebung oder Lerngelegenheit entsprechen, eine höhere ökologische Validität haben und deshalb allgemeineren Tests vorzuziehen sind (Bell et al., 2009; Rennie & McClafferty, 1996a; Shapiro, 2004). Dennoch ist die Erhebung von Selbstauskünften mittels Fragebögen und strukturierten Interviews weit verbreitet, insbesondere weil sie für den Museumsbesucher und den Forscher zeitökonomisch sind. Mittel- oder langfristige Messungen sollten durchgeführt werden, um nicht nur eine kurzfristige Erinnerungsleistung oder das Interesse in der speziellen Situation zu erfassen. Ein Forschungsdesign mit mehreren Messzeitpunkten – vor, während und nach dem Besuch – macht erst eine Messung von Wirkungen und Veränderungen möglich

(Falk & Storksdieck, 2005a; Rennie & Johnston, 2004; Serrell, 2001; Wilde et al., 2003). Die Teilnehmer an diesen Studien (*Cued Visitors*) beschäftigen sich jedoch eventuell intensiver und länger mit den Ausstellungsobjekten als sie es ohne die Befragungssituation tun würden (Serrell, 2001). Durch die große Zahl an Einflussfaktoren und nachfolgenden Aktivitäten kann im Folgenden auch nur schwerlich auf singuläre Effekte eines Museumsbesuchs rückgeschlossen werden. Weiterhin ist der Zeitpunkt der Messung relevant für die Art und Qualität der Ergebnisse (Anderson et al., 2007; Bell et al., 2009; Falk & Dierking, 2000). Diese Schwierigkeiten sind vermutlich ein Grund für die geringe Anzahl an Studien, die mittel- und längerfristige Wirkung eines Museumsbesuchs erfassen (Anderson et al., 2007; Medved & Oatley, 2000). Studien zu den Erinnerungen an Museumsbesuche und zu Kernaussagen von Ausstellungen wurden etwas häufiger durchgeführt (z.B. von Falk ab 1984, Adelman et al., 2000; Anderson et al., 2000; Barnard & Loomis, 1994; Bitgood & Cleghom, 1994; McManus, 1993; Stevenson, 1991; Storksdieck et al., 2005, s.a. Anderson et al., 2007; Bell et al., 2009; Cota & Bitgood, 1994), konzeptuelle Veränderungen wurden hingegen seltener untersucht: „Conceptual change over the long term has not been studied in great depth in informal settings“ (Bell et al., 2009, S. 138). Auch inwieweit Museen ihrem Anspruch das Interesse ihrer Besucher zu fördern tatsächlich gerecht werden, insbesondere auf mittel- oder langfristige Sicht, ist bisher kaum untersucht worden (Geyer, 2008; Lewalter & Geyer, 2005; Schwan et al., 2006, 2008).

Die vorliegende Arbeit nimmt das *Contextual Model of Learning* von Falk & Dierking (1992, 2000) als Rahmen und legt besonderes Gewicht auf den *personal context* der Besucher. In den folgenden zwei Abschnitten werden ausgewählte Aspekte dieses Kontextes unter motivationstheoretischer (Kapitel 3.2) und kognitionspsychologischer Perspektive (Kapitel 3.3) vertieft.

### **3.2. Motivationstheoretische Betrachtung**

In der Motivationspsychologie werden relativ dauerhafte Präferenzen und Dispositionen einer Person, die Motive und aktuelle Motivationen unterschieden (Schiefele, 2009; Schneider & Hasselhorn, 2008; Seel, 2003). Unter Motivationen werden unterschiedliche psychische Prozesse verstanden, die dazu führen, dass bestimmte Verhaltensweisen (zielorientiert) ausgewählt und beibehalten werden, obwohl hierfür gegebenenfalls ein erhöhter Aufwand und Anstrengung nötig sind (Seel, 2003). Das individuelle Interesse oder die Zielorientierung einer Person werden als dispositionale Motivationen aufgefasst, die sich auf die Ausprägung der habituellen oder aktuellen Motivation auswirken können (Schiefele, 2009). Lernmotivationen können nach dem Grad ihrer Selbst- bzw. Fremdbestimmung unterschieden werden (Schiefele, 2008). Während extrinsische Lernmotivationen der Absicht entsprechen, durch eine Lernhandlung positive Folgen herbeizuführen oder negative zu vermeiden, beschreibt die intrinsische Lernmotivation Handlungen, mit denen positive Erlebenszustände verbunden sind. Im Rahmen des Lernens im Museum ist auf Grund des Charakters der Umgebung (s.a. Kapitel 2.2.1) besonders die intrinsische Lernmotivation von Relevanz, auch wenn nicht bei jedem Besucher davon ausgegangen werden kann, dass er intrinsisch motiviert ist (Loomis, 1996). In Bildungseinrich-

tungen, die ihren Auftrag u.a. im Kontext der Persönlichkeitsentwicklung und des lebenslangen Lernens sehen, spielen Motivationen und Interessen eine besonders wichtige Rolle (Achtenhagen & Lempert, 2000; Hidi et al., 2004; Krapp & Lewalter, 2001). In diesen Settings stellen Motivationen sowohl eine Bedingung als auch ein Ergebnis von Bildungsprozessen dar.

Mit der Selbstbestimmungstheorie der Motivation (*self determination theory of motivation*, SDT) und der Person-Gegenstands-Theorie des Interesses werden im Folgenden zwei grundlegende Theorien vorgestellt, die zur Erklärung selbstbestimmter und interessen geleiteter Handlungen relevant sind (Kapitel 3.2.1) und im Anschluss daran spezifische Einflussvariablen im Rahmen des Museumsbesuchs erläutert (Kapitel 3.2.2).

### **3.2.1. Motivation und Interesse**

Im folgenden Abschnitt wird auf die Selbstbestimmungstheorie der Motivation (Deci & Ryan, 1985, 1993, 2002) eingegangen, zu der zwei Subtheorien gehören, die sich auf die grundlegenden Bedürfnisse und auf die Entwicklung intrinsischer Motivation beziehen. Zwischen der Selbstbestimmungstheorie der Motivation (*Self-Determination Theory of Motivation*, SDT) und der Person-Gegenstands-Theorie des Interesses nach Prenzel et al. (1986) und Schiefele et al. (1983) bestehen viele Gemeinsamkeiten, insbesondere bezüglich der Genese des Interesses.

#### *Selbstbestimmungstheorie der Motivation*

Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation (Deci & Ryan, 1985, 2000, 2002; Ryan & Deci, 2000a) ist eine allgemeine Motivations- und Persönlichkeitstheorie, die insbesondere die „Qualität“ einer Motivation berücksichtigt, um Handlungen und deren Ursachen zu analysieren. Verschiedene Abstufungen der Selbstbestimmung und entsprechende Regulationsmechanismen werden in der *Organismic Integration Theory* beschrieben. Die zentrale Annahme ist, dass die intrinsische Motivation auf die Grundbedürfnisse des Menschen nach Selbstbestimmung (Autonomie), Kompetenz und sozialer Eingebundenheit zurückgeführt werden kann (*Cognitive Evaluation Theory*).

#### Organismic Integration Theory

Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation beschreibt die extrinsische und intrinsische Motivation nicht als zwei Gegenpole, sondern als Kontinuum (Deci & Ryan, 1985, 1993, 2002; Ryan & Deci, 2000b). Zwischen den beiden Extremen, der *Amotivation* (unreguliert, nicht selbstbestimmt) und der *intrinsischen Motivation* (intrinsisch reguliert, völlig selbstbestimmt) befinden sich vier Varianten der extrinsischen Motivation, die sich in ihrem Grad der Fremd- und Selbstbestimmung unterscheiden.

Behavior	Non-self determined					Self-determined
Type of Motivation	Amotivation	Extrinsic Motivation				Intrinsic Motivation
Type of Regulation	Non-Regulation	External Regulation	Introjected Regulation	Identified Regulation	Integrated Regulation	Intrinsic Regulation
Locus of Causality	Impersonal	External	Somewhat External	Somewhat Internal	Internal	Internal

Abb. 1: Selbstbestimmungs-Kontinuum mit qualitativ unterschiedlichen Stufen der Motivation von Deci & Ryan (2000, S. 61) und Ryan & Deci (2000b, S. 237)

*Amotivierte* Personen haben keine Intention zu handeln, ihnen fehlt sowohl ein interner als auch externer Antrieb, also beide Formen der Motivation. Amotivation tritt häufig dann auf, wenn das Verhalten nicht so gesteuert werden kann, dass sich ein Gefühl von Effektivität und Kontrolle einstellt (Deci & Ryan, 2000). Dieser motivationale Zustand gleicht teilweise der von Upmeyer zu Belzen & Vogt (2001) beschriebenen *Indifferenz*.

*Extrinsisch* motivierte Personen handeln mit der Absicht, bestimmte Wirkungen zu erzielen, die außerhalb der Handlung selbst liegen oder negative Folgen zu vermeiden (Krapp & Ryan, 2002; Schiefele & Köller, 2006). Solche Handlungen werden weniger wegen ihrer intrinsischen Befriedigung ausgeübt, sondern haben eine instrumentelle Funktion. Die verschiedenen Formen extrinsisch motivierten Verhaltens unterscheiden sich hinsichtlich des Ausmaßes an Selbstbestimmung bzw. erlebter Autonomie (Deci & Ryan, 2000; Krapp & Ryan, 2002). Deci & Ryan (2000, 2002) unterscheiden vier Regulationsstile, die zunehmend selbstbestimmte extrinsische Motivationen beschreiben: external und introjiert (kontrollierte Motivation) sowie identifiziert und integriert (autonome Motivation).

Die *externale Regulation* kommt der üblichen Definition von extrinsischer Motivation am nächsten. Ein Verhalten beruht vollständig auf extrinsischen Anreizen, die geforderte oder von außen angeregte Handlung wird ausgeführt, um negative Folgen zu vermeiden oder in der Erwartung einer Belohnung (Deci & Ryan, 2000; Schiefele, 2008; Schiefele & Köller, 2006). Hier herrscht äußere Kontrolle anstatt Selbstbestimmtheit, was Probleme für die Aufrechterhaltung der Motivation und die Qualität der Handlungsergebnisse mit sich bringen kann.

Für die *introjierte Motivation* gilt, dass die Handlungskontrolle von außen nach innen verlagert wurde, wobei die Lernenden sich diese nicht gänzlich zu eigen machen. Die Motivation basiert „auf einer zwar internalisierten aber vom Individuum immer noch als heteronom erlebten Selbstkontrolle“ (Krapp & Ryan, 2002, S. 62). Handlungen werden ausgeführt, um Schuldgefühle zu vermeiden und sozialen Erwartungen und Zielen zu entsprechen, die als sachlich notwendig akzeptiert werden. Das zentrale Motiv ist das Bedürfnis der Lernenden nach sozialer Eingebundenheit. Die Person strebt danach Anerkennung und Zustimmung von außen zu finden und dadurch ihre Selbstachtung zu erhöhen (Ryan & Deci, 2000a).

Die *identifizierte Regulation* ist stärker durch einen persönlichen Wertbezug und Relevanz charakterisiert. Die Person erachtet eine Handlung als persönlich nutzbringend und bedeutsam, z.B. für längerfristige Ziele. Die Handlungsregulation beruht auf der Identifikation mit diesen Zielen und ist in stärkerem Ausmaß durch die Erfahrung von Autonomie gekennzeichnet (Krapp & Ryan, 2002).

Bei der *integrierten Regulation* steht die Integration von Werten und Normen in das „autonome Selbst“ der Person im Vordergrund. Diese Stufe ist erreicht, wenn sich eine Person mit einem Sachverhalt identifiziert und dieser dauerhaft und konfliktfrei in die subjektive Wert- und Überzeugungsstruktur des individuellen Selbst integriert ist (Hidi et al., 2004; Lewalter, 2002). Handlungen auf der Stufe der Integration weisen viele Gemeinsamkeiten mit der intrinsischen Motivation auf, sie werden selbstbestimmt ausgeführt und sind völlig authentisch. Sie haben jedoch einen instrumentellen, extrinsischen Charakter (Ryan & Deci, 2000b, S. 73), denn das Individuum bewertet das Handlungsergebnis als wichtig.

Die *intrinsische Motivation* zeichnet sich dadurch aus, dass eine Person aus Freude an der Tätigkeit oder aus Interesse handelt. Handlungen werden also unabhängig von externalen Gründen wie Belohnungen, um ihrer selbst willen ausgeführt (Vogt, 2007). Das positive Erleben kann dabei auf die Tätigkeit selbst (verwandte Konzepte sind Freude am Lernen und Flow-Erleben) oder auf den Gegenstand der Lernhandlung (verwandte Konzepte sind das individuelle und aktuelle Interesse) zurückgeführt werden (Schiefele, 2008).

Als selbstbestimmte Motivation wird nicht nur die intrinsische Motivation, sondern auch die zweite und dritte Stufe der extrinsischen Motivation bezeichnet (Schiefele & Köller, 2006). Die Nähe der integrierten und der intrinsischen Regulationsstufen zieht nach sich, dass sich beide Formen in empirischen Studien faktorenanalytisch häufig nicht trennen lassen (Müller et al., 2007, S. 3). Überlappungen zwischen extrinsischen und intrinsischen Regulationen sind ebenfalls möglich, z.B. wenn Handlungen mehrfach motivational verankert sind (Csikszentmihalyi & Hermanson, 1995; Krapp & Ryan, 2002; Schiefele, 2008).

Bezogen auf die grundlegenden Bedürfnisse spielen auf den untersten Stufe der extrinsischen Motivation die soziale Bezogenheit und auf den oberen Stufen die Bedürfnisse nach Kompetenz und Autonomie eine größere Rolle (Schiefele & Köller, 2006).

### Cognitive Evaluation Theory

Die *Cognitive Evaluation Theory* postuliert einen engen Zusammenhang zwischen der Erfüllung dreier angeborener, grundlegender Bedürfnisse und der Aufrechterhaltung und Genese intrinsischer motivationaler Regulation. Die *Basic Needs*, die psychologischen Bedürfnisse nach Autonomie, Kompetenz und sozialer Eingebundenheit, werden als zentrale Ursachen für die Entwicklung intrinsischer Motivation und den Übergang von einer zur nächsten Motivationsstufe betrachtet (Deci & Ryan, 1985, 2000; Krapp, 2002b; Ryan & Deci, 2000a). Sie sind für die optimale Funktion des psychischen Verarbeitungssystems essentiell und geben (unterbewusst) permanent Rückmeldung über die Qualität und die Funktion der Person-Umwelt-Interaktion (Müller et al., 2007). Die grundlegenden Bedürfnisse sind somit als „Teilaspekte eines ganzheitlich wirkenden emotionalen Steuerungssystems“ zu sehen und sollten deshalb nicht unabhängig voneinander betrachtet oder gefördert werden (Lewalter et al., 2000, S. 157).

*Autonomieerleben*: Das Erleben von Autonomie beruht auf dem Bedürfnis einer Person ihre Ziele und Handlungen selbst zu bestimmen und sich als eigenständig handelnd zu

erleben. Bezogen auf Lernsituationen bedeutet dies, dass der Lernende Wahlmöglichkeiten hat und Vorgehensweisen, Abläufe und Methoden mitbestimmen kann. Bei geringem Kompetenzniveau streben Lernende nur begrenzt nach Autonomie des eigenen Handelns, sondern benötigen vielmehr Führung und Anleitung (Lewalter, 2002). Werden Strukturen und Ziele deutlich gemacht und somit das Erkennen subjektiver Bedeutung von Lerninhalten ermöglicht, kann damit auch das Autonomieerleben gefördert werden. Für das Autonomieerleben einer Person ist entsprechend nicht eine völlige Unabhängigkeit oder Freiheit Voraussetzung, sondern vielmehr eine „innere Übereinstimmung zwischen dem, was sie selbst für wichtig hält und gerne tun möchte und den in der aktuellen Situation geforderten Aufgabenstellungen“ (Krapp & Ryan, 2002, S. 59). Das Erleben von Autonomie hängt also von der Deckung aktueller Ziele, Bedürfnisse mit den Eigenschaften einer (Lern-)Situation ab (Lewalter, 2002; Ryan, 1995).

*Kompetenzerleben:* Das Bedürfnis einer Person, sich in einer Situation als handlungsfähig und den Anforderungen gewachsen wahrzunehmen, wird als Bedürfnis nach Kompetenzerleben bezeichnet (Deci & Ryan, 1985, 1993). Das Erleben von Kompetenz bezieht sich auf die Erfahrung, gestellten oder selbst gewählten Anforderungen gerecht werden zu können. Als kompetent erleben sich Personen in Situationen, in denen sie sich selbst weiterentwickeln können und ihre Handlungen als wirksam erfahren. Sowohl das Gefühl von Überforderung als auch von Unterforderung ist dabei hinderlich. Der individuell wahrgenommene Schwierigkeitsgrad einer Aufgabe ist deshalb ein wesentlicher Faktor für das Kompetenzerleben (Deci et al., 1996). Förderlich ist ein mittleres Anforderungsprofil, damit die Aufgabe als eine bewältigbare Herausforderung erlebt wird (Deci & Ryan, 2002; Lewalter & Schreyer, 2000; Schiefele & Köller, 2006). Leistungsrückmeldungen mit informierendem und unterstützendem Charakter spielen sowohl für das Kompetenzerleben als auch für das Autonomieerleben eine wichtige Rolle (Deci & Ryan, 1993). Eine Bestätigung des eigenen Könnens wird jedoch nur dann erlebt, wenn die gestellte Aufgabe weitgehend selbständig gelöst wurde. Zur Entwicklung einer selbstbestimmten Motivation trägt das Kompetenzerleben nur in Kombination mit dem Erleben von Autonomie bei (Schiefele & Köller, 2006). Entsprechend sollte bei der Förderung des Kompetenzerlebens darauf geachtet werden, dass z.B. eine starke Strukturierung der Handlungssituation das Autonomieerleben nicht einschränkt.

*Soziale Eingebundenheit:* Soziale Eingebundenheit bezeichnet das Bedürfnis nach Anschluss, Zugehörigkeit und Akzeptanz durch eine für das Individuum relevante Gruppe. Der Mensch als soziales Wesen strebt nach befriedigenden Sozialkontakten. Die Anerkennung als Person oder als Lernender und die soziale Gruppe als erstrebenswertes Vorbild ist ein wichtiger Motor für das Handeln und die Motivation (Lewalter et al., 2000; Vogt, 2007). Für Ryan (1991) ist die soziale Eingebundenheit grundlegend für die Bereitschaft, sich mit Neuem auseinanderzusetzen: Nur wenn die soziale Einbindung hinreichend gesichert ist, kann sich „eine Person freiwillig und angstfrei neuen (Lern-)Aufgaben widmen“ (Lewalter et al., 2000, S. 157). Ob sich ein Gefühl sozialer Eingebundenheit einstellt, hängt unter anderem von den wahrgenommenen Austausch- und Kooperationsmöglichkeiten ab.

Fundament der Selbstbestimmungstheorie der Motivation ist die Annahme dieser Grundbedürfnisse: „Intrinsic motivation is based in the innate, organismic needs for competence and self-determination. It energizes a wide variety of behaviors and psychological processes for which the primary rewards are the experience of effectance and autonomy“ (Deci & Ryan, 1985, S. 32). Die Grundbedürfnisse werden als notwendig erachtet, um erklären zu können, weshalb Personen auch ohne äußere Veranlassung ihren Interessen nachgehen und Situationen aufsuchen, die ihre Fähigkeiten herausfordern (Schiefele & Köller, 2006). Die Erfüllung der *Basic Needs* ist jedoch keine hinreichende Bedingung intrinsischer Motivation.

Die Person-Gegenstands-Theorie des Interesses, auf die im Folgenden näher eingegangen wird, stützt sich zur Erklärung der Regulation und der Genese von Interessen, auf die Selbstbestimmungstheorie. Das Interesse wird als eine besondere Form der intrinsischen Motivation verstanden (Krapp, 2002b; Krapp & Ryan, 2002).

### *Interessenhandlung*

Die Person-Gegenstands-Theorie des Interesses von Schiefele, Krapp und Prenzel (*Münchener Interessentheorie*) kann als Rahmenkonzeption einer pädagogischen Theorie des Interesses bezeichnet werden (Prenzel et al., 1986; Schiefele et al., 1983). Sie stellt die Grundlage für verschiedene Schulen dar und wurde durch mehrere Autoren weiterentwickelt und ergänzt.

Das Interesse ist ein zentrales Konzept der pädagogischen Psychologie und erlangte in den letzten zwei Dekaden des 20. Jahrhunderts (wieder) große Popularität, unter anderem, da bestimmte Aspekte der Lernmotivation mit etablierten kognitiven Modellen der Motivation nicht zufriedenstellend erklärt werden konnten. Im Unterschied zu anderen Ausprägungen der Motivationspsychologie stellt die Interessentheorie die Beziehung einer Person zu einem Gegenstand in den Mittelpunkt. Sie steht damit den Konzepten von Lewin, Piaget oder Deci & Ryan nahe, die Person und Umwelt als funktionale Einheit betrachten und menschliches Verhalten nur in diesem Verhältnis als erklärbar ansehen (vgl. Krapp, 2002a, 2006).

Vor diesem Hintergrund ist unter Interesse „eine besondere, durch bestimmte Merkmale herausgehobene Beziehung einer Person zu einem Gegenstand“ zu verstehen (Prenzel et al., 1986). Interessengegenstände können dabei sowohl reale Objekte sein oder mit einem Interessengegenstand verbundene Tätigkeiten sowie Themen also bestimmte Wissensgebiete (Krapp, 2002b). Neben dem Merkmal der Gegenstands- oder Inhaltsspezifität zeichnet sich das Interesse durch gefühlsbezogene und wertbezogene Valenzüberzeugungen aus (Hidi et al., 2004; Schiefele, 2008). Weitere Merkmale sind die epistemische Tendenz und die intrinsische Qualität der Lernhandlungen (Krapp, 2002b, 2006).

Die *gefühlsbezogene Valenz* einer Interessenhandlung, die positive emotionale Gefühlslage während der Auseinandersetzung, ist mit dafür verantwortlich, dass sich Personen wiederholt mit einem Gegenstand beschäftigen und so die Ausbildung eines persistenten Interesses gefördert wird. Interessierte Personen haben positive Erinnerungen an vergangene Auseinandersetzungen und positive Erwartungen an zukünftige Interessenhand-



lungen (Krapp, 1992). In Interessenhandlungen sind Freude, Involviertheit, Aktiviertheit und eine positive Spannung typische Erlebenszustände. Krapp (2005, 2007) weist darauf hin, dass interessensspezifische Erlebensqualitäten mit der Befriedigung der grundlegenden Bedürfnisse verknüpft sind.

Eine weitere Besonderheit des Interesses äußert sich in der subjektiv hohen Wertschätzung des Interessengegenstands, der *wertbezogenen Valenz*. Der Interessengegenstand oder die Interessenhandlung wird als persönlich wertvoll oder bedeutsam wahrgenommen. Die mit der Lernhandlung einhergehenden Ziele und Intentionen sind mit den im Selbstkonzept enthaltenen Einstellungen, Erwartungen und Werten kompatibel (Krapp, 2005, 2007). Die enge Verknüpfung des Interesses mit dem „Selbst“ einer Person als Kern ihrer Identität wird hier besonders deutlich.

*Epistemische Orientierung:* In der Auseinandersetzung mit dem Gegenstand wächst der Wunsch, mehr darüber zu wissen und handlungsfähiger zu werden. Ein Indikator für die Dynamik und Lebendigkeit eines Interesses ist somit der Wunsch und die Tendenz nach Kompetenzentwicklung in interessensnahen Bereichen. Gleichzeitig verändert sich vorhandenes Wissen und die subjektive, kognitive Repräsentation des Gegenstands (Krapp, 2006). Krapp (2002, S. 413) weist darauf hin, dass Interessen und Kenntnisse sich gegenseitig (tautologisch) bedingen: „There is indeed a lot of theoretical and empirical evidence for the assumption that an individual interest is cognitively characterized by a comparatively differentiated structure with regard to the domain of the interest object, and that each action of interest may lead to a further differentiation of this structure.“ Die kognitive Komponente wird in empirischen Studien jedoch meist separat als Bedingung oder als Folge erfasst, seltener als Merkmal von Interesse.

*Intrinsische Qualität:* Beschäftigen sich Personen interessiert mit einem Gegenstand, so benötigen sie keine außerhalb der Handlung angesiedelten Anreize und fühlen sich frei von (äußeren und inneren) Zwängen: „From the standpoint of interest theory, a learner is intrinsically motivated when his or her main incentive for learning is related to qualities of the respective knowledge domain“ (Schiefele 1998, S. 93). Es zeigen sich hier die engen Zusammenhänge der Person-Gegenstands-Theorie des Interesses und der Selbstbestimmungstheorie der Motivation nach Deci und Ryan.

#### Individuelle und aktuelle Interessen

Interessen können nicht nur einen dispositionalen Charakter haben, sondern auch als aktueller Zustand auftreten. Demnach wird zwischen einem relativ dauerhaftem individuellen Interesse und einem in einer Situation bestehenden oder entstehenden Interesse unterschieden (Hidi & Renninger, 2006; Hidi et al., 2004; Krapp, 2006; Mitchell, 1993; Schiefele, 1996, 2008).

Das *individuelle Interesse* wird als relativ zeitstabiles Personenmerkmal und als Prädisposition aufgefasst, sich wiederholt mit einem spezifischen Gegenstand auseinanderzusetzen (Interesse als Bestandteil des Selbst; vgl. Hidi et al., 2004; Krapp, 2002b; Schiefele,

2009). Charakteristisch für individuelle Interessen sind Persistenz (Dauerhaftigkeit) und Selektivität (Schwerpunktbildung).

Hidi & Renninger (2006) unterscheiden zwei Stufen des individuellen Interesses, ein beginnendes (*emerging individual interest*) und ein gut entwickeltes Interesse (*well-developed individual interest*). Ein beginnendes individuelles Interesse wird aufgefasst als spezifische Person-Gegenstands-Relation, die durch starke positive Gefühle und mehr oder weniger durch Wissen gekennzeichnet ist. Das ausgebildete Interesse zeichnet sich im Gegensatz dazu, durch einen starken Wertbezug und ein stark ausdifferenziertes Wissen aus (Hidi et al., 2004).

Besteht bereits ein individuelles Interesse, das dann in einer konkreten Situation und Interessenhandlung aktualisiert wird, sprechen manche Autoren (z.B. Müller, 2006) von einem *aktualisierten* Interesse. Ein in einer Situation auftretendes Interesse ist jedoch nicht notwendigerweise an ein bestehendes dispositionales Interesse gebunden, sondern kann auch durch die Merkmale der Lernumgebung initiiert werden.

Beim *situationalen Interesse* handelt es sich um einen situationsspezifischen motivationalen Zustand, der aus einer konkreten Auseinandersetzung mit einem Interessengegenstand resultiert (Hidi & Renninger, 2006; Krapp, 2000, 2005; Mitchell, 1993). Dieser zeitlich befristete und situationsspezifische Zustand der „Interessiertheit“ ist von Affektivität und fokussierter Aufmerksamkeit gekennzeichnet. Er beruht insbesondere auf der wahrgenommenen „Interessanz“ der aktuellen Situation. Das Konstrukt *Situationales Interesse* wird häufig mittels zweier Facetten operationalisiert (vgl. Hidi & Renninger, 2006; Hidi et al., 2004; Lewalter et al., in Vorb.; Mitchell, 1993).

Die *Catch-Facette* beschreibt eine erste Phase der Auseinandersetzung mit einem Gegenstand, die durch Aufmerksamkeit und Neugier (*stimulant, trigger*) gekennzeichnet ist (Hidi & Renninger, 2006; Hidi et al., 2004; Mitchell, 1993). Die Beschäftigung ist spannend, macht Spaß und der Betrachter ist fasziniert. Bildlich beschrieben wird hier ein Funke entzündet.

Die *Hold-Facette* entspricht der zeitlich begrenzten Bereitschaft, sich interessengeleitet mit einem Gegenstand auseinanderzusetzen (*empower*; vgl. Hidi et al., 1998; Mitchell, 1993). Die zeitliche Befristung kann auch etwas weiter gefasst werden, so kann es sich um eine kurzfristige, teilweise aber auch etwas länger anhaltende Reaktion auf eine Situation handeln (Hidi, 1990). Der Wunsch mehr über den relevanten Interessengegenstand zu erfahren und sich weiter damit auseinanderzusetzen, ist noch nicht als stabilisiertes individuelles Interesse anzusehen (Krapp, 2000, 2003).

#### Duales Funktionsmodell der Interessengenese

In der Person-Gegenstands-Theorie des Interesses wird die Interessenentwicklung als Kontinuum gedacht (Krapp, 1998, 2002b), das mit unterschiedlich vielen Entwicklungsstufen operationalisiert werden kann. Die verschiedenen Formen des Interesses gehen dabei auseinander hervor, wobei eine Form des Interesses nicht zwingend in die nächste, höhere Stufe übergehen muss (Hidi et al., 2004).

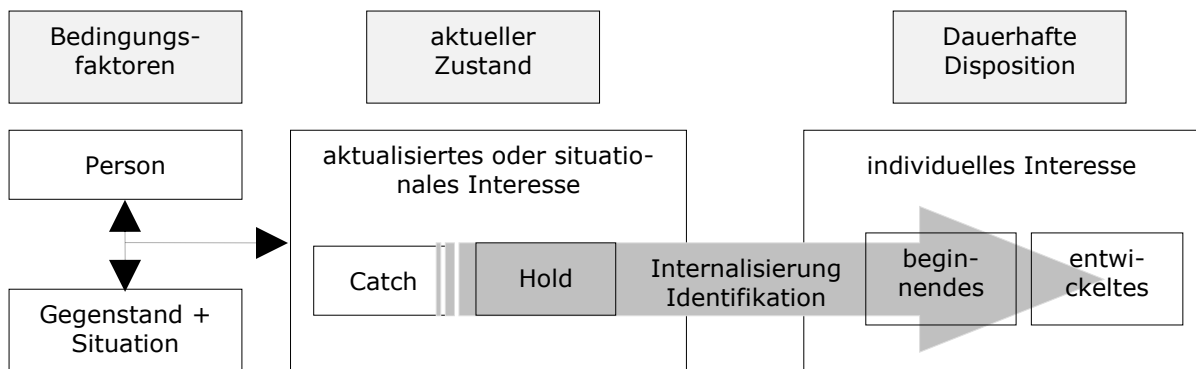


Abb. 2: Entstehung von Interessen; adaptiert nach Krapp 1998, 2007, erweitert um Hidi & Renninger 2006

Ein solcher Entwicklungsprozess hängt unter anderem davon ab, ob sich Gelegenheiten bieten, die Interessen zu verfolgen und ob die Person von ihrer Umwelt darin unterstützt wird. Tritt ein aufrechterhaltenes situationales Interesse (Hold) wiederholte Male auf, kann sich daraus ein individuelles Interesse entwickeln (Hidi & Renninger, 2006; Krapp, 2002b). Hidi et al. (2004) nennen zwei Fähigkeiten als wichtige Bedingungen für den Übergang zu einem beginnenden individuellen Interesse: die richtigen Fragen zu stellen und Informationen über einen Gegenstand richtig zu organisieren. Mit zunehmender Fähigkeit zur Selbstregulation und Identifikation mit einem Gegenstand geht das Interesse in die höchste Stufe, zu einem gut entwickelten individuellen Interesse über.

Im Gegensatz zum situationalen Interesse kann die Entstehung eines individuellen Interesses nur schwer von außen gesteuert werden, da Veränderungen des Interesses mit Veränderungen der personalen Identität, des personalen Selbst einhergehen und umgekehrt (Krapp, 2002a, 2006). Die Entwicklung, sowohl von Interessen als auch die des Selbst, erfolgt in längeren Zeiträumen und beginnt in frühester Kindheit (Hidi et al., 2004). Um die Entstehung und Veränderung von dispositionalen Interessen zu erklären, wird auch auf die Selbstbestimmungstheorie zurückgegriffen (Krapp, 2003; Krapp & Ryan, 2002), mit der Internalisierungs- und Identifizierungsprozesse erklärt werden können.

Die Person-Gegenstands-Theorie des Interesses geht von einem dualen Regulationssystem aus, das Interessenhandlungen und die Entwicklung von Interessen beeinflusst (Krapp, 2003; Krapp & Ryan, 2002). An diesem sind sowohl bewusste, zweckrationale (*incentive, utility, intrinsic values and costs*) als auch mehr oder weniger unbewusst ablaufende emotionale Komponenten und Prozesse (subjektive Erlebensqualitäten und unmittelbare Gefühle) beteiligt (Hidi et al., 2004). Ein dispositionales Interesse kann nur dann entstehen, wenn eine Person die Auseinandersetzung mit einem Gegenstand als positiv und emotional befriedigend erlebt und ihn zugleich auf Grund rationaler Entscheidungsprozesse als persönlich bedeutsam bewertet (Deci, 1998; Krapp, 2002b). Aus diesem Grund bewertet Krapp (2003, S. 34) die Erfüllung der grundlegenden Bedürfnisse nach Deci und Ryan für die „Herausbildung einer auf Selbstbestimmung beruhenden Handlungsregulation wie auch für die Interessengenese“ als maßgeblich. Für das Wohlbe-

finden und die Integrität der Persönlichkeitsentwicklung stellt die minimale Befriedigung der *Basic Needs* eine notwendige Voraussetzung dar. Dies schließt jedoch nicht aus, dass es noch andere menschliche Basismotive gibt, für die bislang kein grundlegender Einfluss nachgewiesen werden konnte (Krapp & Ryan, 2002).

### *Förderung des Interesses und der selbstbestimmten Motivation*

Aus pädagogischer und didaktischer Sicht stellt sich die Frage, wie durch Gestaltungsmerkmale von Lerngelegenheiten das motivationsrelevante Erleben, die subjektive Wertzuschreibung und somit die Entwicklung von Interessen gefördert werden kann (Schiefele, 2008).

Als situative Anreize für ein erstes situationales Interesse gelten Überraschungen (auch Geräusche, Bewegungen) sowie Fremdheit, Komplexität und Ambiguität (Csikszentmihalyi & Hermanson, 1995). Ein situationales Interesse kann, über diese Aufmerksamkeit und Neugier fördernden Stimuli hinausgehend, auch von „universell“ interessierenden oder lebensnahen Themen angeregt werden. Diejenigen Merkmale, die das situationale Interesse wecken, entsprechen dabei nicht unbedingt denen, die es aufrechterhalten (Hidi et al., 2004; Mitchell, 1993). Für eine solche Aufrechterhaltung des situationalen Interesses ist es zentral, dass der Lerner einen Lerngegenstand für seine aktuellen Ziele, Motive und Werte als wichtig erachtet (Lewalter & Geyer, 2009; Lewalter & Willems, 2009; Mitchell, 1993). In der Lernphase sollten insbesondere die Erlebensqualitäten und das situationale Interesse gefördert werden, indem die Lerner darin unterstützt werden „Sinn“ in der Lernhandlung zu erkennen (Hidi & Renninger, 2006; Lewalter & Geyer, 2009; Upmeyer zu Belzen & Vogt, 2001). Prenzel, 1995; Prenzel & Drechsel, 1996) stellen ein Modell mit sechs motivationalen Bedingungskomplexen vor, die für die Entwicklung selbstbestimmter Motivation und interessengeleiteten Lernens im Unterricht relevant sind. Die sechs wahrgenommenen Qualitäten, die in Lernsituationen erfüllt werden sollten, sind: inhaltliche Relevanz, Instruktionsqualität, inhaltliches Interesse beim Lehrenden, soziale Einbindung, Kompetenzunterstützung und Autonomieunterstützung. Je nach Lernervoraussetzungen sind situative Anreize mehr oder weniger einflussreich: Im Gegensatz zu Lernenden mit einem schwach ausgeprägten Interesse, spielen situative Anreizqualitäten für Personen mit entwickeltem Interessensniveau nur noch eine untergeordnete Rolle (Müller, 2006). In Untersuchungen zur Bewertung von Lernumgebungen und zum situationalen Interesse, sollte aus diesen Gründen auch das dispositionale Interesse erhoben werden. Nur so kann differenziert werden, inwiefern das situationale Interesse auf der wahrgenommenen Interessantheit eines Gegenstands oder auf stabilen Interessen beruht (Zinn, 2008).

Zahlreiche empirische Befunde (z.B. Deci & Ryan, 1985, 1993, 2000, 2002; Geyer, 2008; Krapp, 2002b, 2006; Lewalter, 2002; Lewalter & Geyer, 2009; Lewalter et al., 1998; Prenzel et al., 1998; Willems, 2011) bestätigen die funktionale Bedeutung der *Basic Needs* für die Entstehung selbstbestimmter Motivation sowie situativer und dispositionaler Interessen in unterschiedlichen Lehr-Lern-Situationen. Die Art der Motivation und insbesondere die erlebte Autonomie stellen wichtige Faktoren für die Verhaltensregulation dar und sind für die Erklärung der Persistenz und das erreichte Leistungsniveau bedeutsam (Krapp & Ryan, 2002). Die *Basic Needs* sollten deshalb nicht nur in Hinblick auf ein

intrinsisch motiviertes Lernen und die Ausbildung von Interessen, sondern auch im Interesse der Lernwirksamkeit gefördert werden.

Im Museumskontext gibt es nur wenige empirische Untersuchungen, die die grundlegenden Bedürfnisse berücksichtigen (z.B. Geyer, 2008; Krombaß et al., 2007; Lewalter & Geyer, 2009; Wilde et al., 2009; Wilde & Urhahne, 2008). Zahlreiche Studien und Befunde (z.B. Bitgood, 2002, 2003; Bitgood & Loomis, 1993; Falk & Dierking, 1995, 2000; Screven, 1992) liegen zu Gestaltungsprinzipien von Ausstellungen, zur Anordnung von Exponaten, Formulierung und Positionierung von Texten, Beleuchtung etc. vor. Diese Arbeiten fokussierten sich jedoch überwiegend auf das beobachtbare Verhalten der Museumsbesucher (im Raum, am Objekt) und weniger auf das innere emotionale Erleben, die motivationale Effekte oder Lernwirkungen (Bell et al., 2009). Unter pädagogisch-psychologischer Perspektive wurde bislang nur selten untersucht, inwiefern Museumsbesuche tatsächlich situationale und dispositionale Interessen fördern (Lewalter & Geyer, 2009). Insgesamt fehlen noch zahlreiche Kenntnisse darüber, welche Merkmale (Gestaltung, Themen) für welche Besuchergruppen attraktiv und relevant sind, welche Neugier und situationales Interesse wecken und eine tiefere Auseinandersetzung fördern, wie unterschiedliche Kompetenzniveaus so berücksichtigt werden können, dass die Besucher sich als kompetent und autonom erleben können. Die geringe Berücksichtigung und Förderung sozialer Interaktion und Eingebundenheit wurde von Csikszentmihalyi & Hermanson (1995) als eines der wichtigsten Defizite der Museen bezeichnet.

Die empirische Überprüfung von Motivationstheorien im Museum findet unter heterogenen Bedingungen statt, und somit ist auch der Transfer der Erkenntnisse in die Museumspraxis nicht mit der Situation für den Schulunterricht vergleichbar. Auf Grund der sehr großen Bandbreite an Interessen und Hintergründen, mit denen Besucher ins Museum kommen, kann es kein „Patentrezept“, keine universelle Handlungsanleitungen für Museen geben, wie Besucher zu motiviertem Lernen anzuregen und Interessen zu fördern sind (Csikszentmihalyi & Hermanson, 1995).

### **3.2.2. Museumsspezifische motivationsrelevante Variablen**

In der Museumsforschung werden verschiedene Variablen als einflussreich auf den Museumsbesuch und die Lernwirkung erachtet. Diese Konzepte basieren überwiegend auf Befunden empirischer Studien und sind ursprünglich weniger aus psychologischen oder pädagogischen Theorien heraus entwickelt worden. Allerdings werden sie mehr und mehr in Bezug zu Motivationstheorien gesetzt. In den folgenden Abschnitten werden ausgewählte Variablen, die Besuchsmotivation, die Medienaffinität und die Museumsmüdigkeit entsprechend dieser praxisorientierten Perspektive dargestellt.

#### *Besuchsmotivation*

Die Entscheidung für oder gegen einen Museumsbesuch wird bei individuellen Besuchen auf Grund der Passung von eigenen Wünschen und Zielen und den erwarteten Angeboten eines Museums getroffen. Sie wird aber auch von soziokulturellen Faktoren wie auswärtigen Gästen oder Mund-zu-Mund-Propaganda beeinflusst (Falk & Dierking, 2012). Bei Schulklassenbesuchen kommen andere Mechanismen zum Tragen.

Nur rund 43% der deutschen Bevölkerung besuchen überhaupt Museen: Etwa 3% der Bevölkerung bezeichnen sich als regelmäßige Museumsbesucher, während etwa 40% gelegentlich Museen, Galerien oder Kunstausstellungen besuchen (AWA, 2013). In der Literatur werden häufig habituelle von gelegentlichen Museumsbesuchern unterschieden und zumeist als Indikator für die allgemeine Familiarität mit der Museumsumgebung verwendet. Die Familiarität mit diesem Setting bzw. vorhandene Schemata beeinflussen die Nutzung der Lernumgebung Museum: Erst- oder Gelegenheitsbesucher verhalten sich in einer Ausstellung anders als habituelle Besucher. Wiederholungsbesucher neigen eher zum intensiveren Studium einzelner Bereiche als Erstbesucher, bei denen ein Überblick über die Gesamtheit der Angebote im Vordergrund steht (Falk & Dierking, 2000).

Die Ziele und Motive, die mit einem konkreten Museumsbesuch verbunden werden bzw. die den Besuchern bewussten Gründe und Erwartungen, werden auch als *visitor agenda*, *visitor expectations* oder *museum goals* bezeichnet. Aus welchen Gründen Besucher ins Museum kommen, wurde in zahlreichen Studien untersucht (z.B. Anderson & Shimizu, 2007; Briseño-Garzón et al., 2007a; Falk & Dierking, 1992; Falk, 1998; Falk et al., 2008, 1998; Packer & Ballantyne, 2002; Packer, 2004). Die Anzahl an identifizierten Erwartungen und Zielen ist sehr groß und unübersichtlich. Übereinstimmend zeigt sich jedoch, dass es sich um ein Konglomerat von Zielen handelt, die den Museumsbesuch und die Lernwirkungen positiv, aber auch negativ beeinflussen können, z.B. wenn Erwartungen nicht eingelöst werden (Anderson & Shimizu, 2007; Falk & Dierking, 1992; Falk, 2009; Rennie & Johnston, 2004). Die Agenda der Museumsbesucher wird als Teil ihrer Lerneridentität angesehen und von Bell et al. (2009, S. 154) definiert als „cognitive, affective, or social expectations and goals the individual expects to pursue or satisfy during the event“. Moussouri (1997, nach Briseño-Garzón et al., 2007a, S. 74; Falk et al., 1998, S. 107) beschreibt die Besuchsagenda ähnlich wie Bell als „set of motivations, expectations, and desires with which visitors enter an informal setting“. Darüber hinaus unterscheidet sie die Motivationen für den Museumsbesuch und die Strategien während des Museumsbesuchs.

Moussouri (1997) nennt sechs Kategorien der Besuchsmotivation:

- place (Sehenswürdigkeit),
- education (Bildung und Lernen),
- life-cycle (Erinnerung und erneuter Besuch),
- social event (soziales Ereignis),
- entertainment (Unterhaltung) und
- practical issues (praktische Gründe).

(eigene Übersetzung)

Die Besuchsagenda bedingt unter anderem, wie fokussiert der Museumsbesuch stattfindet: ob Besucher konkrete Ausstellungen oder Exponate geplant oder strukturiert aufsuchen und „abarbeiten“, oder ob sie sich vom Angebot überraschen und von ihrer Neugier leiten lassen. Falk et al. (1998) untersuchten den Einfluss einzelner Kategorien auf verschiedene Lerndimensionen (*extent, breadth, depth, mastery*). Sie konnten in dieser Untersuchung die Hypothese belegen, dass die individuellen Besuchsziele signifikante Einflussfaktoren auf das Lernen (wie, was und wie viel) darstellen. Die Beziehungen zwi-

schen Bildungs- und Unterhaltungszielen mit den Lernwirkungen entsprachen hingegen nicht den Annahmen. Nicht nur Lernende mit ausgeprägtem Bildungsziel, auch solche mit ausgeprägtem Unterhaltungsziel lernten mehr als die Besucher mit schwächer ausgeprägten Besuchsmotivationen (s.a. Packer, 2004). Der Grad der Fokussierung stellte sich darüber hinaus als relevanter Einflussfaktor, sowohl für die Nutzungsdauer als auch für die Lerndimensionen heraus. Die Autoren weisen zudem auf die Wirkung von Museums-motivationen für die Teilnahme oder Nicht-Teilnahme an Besucherbefragungen hin. Zahlreiche, meist sehr ähnliche Kategorisierungen wurden z.B. von Combs (1999), Packer & Ballantyne (2002) oder Pekarik et al. (1999) aufgestellt. Falk et al. (2008) erweiterten den Ansatz und diskutierten diese Kategorien in Hinblick auf die Nutzung des Museums zur Befriedigung von Bedürfnissen, die mit der Identität und den „Rollen“ einer Person zusammenhängen. Je , wie eine Besuchergruppe zusammengesetzt ist, sind spezifische Motivationskategorien und Rollen besonders relevant: Familien verfolgen beispielsweise häufig soziale und identitätskonforme Ziele, einzelne Familienmitglieder erfüllen dann die Rolle eines *facilitators* (Falk, 2009; Falk & Dierking, 2012). Das bedeutet, dass die Beweggründe für den Besuch einer Ausstellung oder die Betrachtung bzw. Nutzung eines Exponats auch außerhalb von intrinsischen Zielen der Person liegen können und während des Museumsbesuchs nicht konstant bleiben müssen (Briseño-Garzón et al., 2007a). In einer Besuchsgruppe kann die Agenda immer wieder neu ausgehandelt und an die aktuelle Situation, z.B. die Besucherdichte angepasst werden (Bell et al., 2009; Sandifer, 1997).

### *Medienaffinität und Mediennutzung im Museum*

Neue Medien haben in vielfältigen Formen und Variationen Einzug in Museen und Ausstellungen gehalten, verbunden mit unterschiedlichen Zielsetzungen und Erwartungen. Kuratoren erhoff(t)en sich neben der Steigerung der Attraktivität der Museums Umgebung häufig auch eine erhöhte Lernwirkung durch den Einsatz interaktiver (medialer) Exponate (Falk et al., 2004). Diese Hoffnungen können unter dem Slogan „Zauberformel Interaktivität“ gefasst werden, dem Titel einer Tagung, die 1999 im HNF<sup>2</sup> stattfand.

Wie attraktiv diese medialen Angebote von den Besuchern tatsächlich bewertet und wie gerne diese Angebote genutzt werden, wurde in zahlreichen Evaluations-Studien untersucht, eine homogene Befundlage wurde dadurch jedoch nicht erreicht. Dierking & Falk (1998b) berichten von mehreren Studien, die zwischen 1990 und 2000 durchgeführt wurden, in denen Besucher gegensätzliche Standpunkte zur Nutzung von neuen Medien (Computern) in Museen und Ausstellungen vertreten. Manche Besucher lehnen sie vollständig ab, da sie den Alltagserfahrungen zu sehr ähneln. Andere Besucher nutzen neue Medien voller Begeisterung und begrüßen die zahlreichen Interaktionsmöglichkeiten. Eine fehlende Vertrautheit mit Computern sollte heute (anders als bei früheren Studien) nicht mehr dazu führen, ein solches Angebot zu nutzen (aufregend, neu) oder nicht zu nutzen (beängstigend, verunsichernd). Die Medienkompetenz und ihre Teilaspekte werden deshalb mittlerweile als weniger starke Einflussvariablen auf die Selektion medialer Angebote erachtet (z.B. Schmitt-Scheersoij, 2003) als es Dierking & Falk (1998b) mit Verweis auf

---

<sup>2</sup> Zauberformel Interaktivität? Museen zwischen digitaler Aufrüstung und medialer Verselbständigung, Tagung vom 15. bis 16. November 1999 im Heinz Nixdorf MuseumsForum

ältere Studien tun. Da allgemein von einer deutlich höheren Medienkompetenz auszugehen ist, geht es vielmehr um Medienaffinität im Museumskontext.

Crew (2007) geht davon aus, dass die junge Generation, die mit den neuen Technologien aufgewachsen ist, auch deren Einsatz in Museen erwartet, um auf unterschiedlichste Weise Zugang zu Informationen zu erhalten. Er weist darauf hin, dass Museen sich an diesen Erwartungen messen lassen müssen: „Today’s visitors are much more sophisticated in their expectations, and if museums fail to rise to the challenge they risk losing their value and importance“ (Crew, 2007, S. 115). Die Befundlage, wie mediale Angebote derzeit bewertet werden, wer welche speziellen medialen Angebote nutzt oder ob es typische Mediennutzerprofile gibt, ist jedoch dürftig (Dierking & Falk, 1998b). Allgemein wird angenommen, dass Kinder und Jugendliche ein hohes Maß an Interaktivität und Wahlfreiheit fordern (Dierking & Falk, 1998b; Pietraß et al., 2005). Daraus kann allerdings nicht per se eine höhere Medienaffinität geschlossen werden, zudem diese Bedürfnisse nach Interaktivität und Wahlfreiheit nicht nur medial befriedigt werden können. Insgesamt ist anzunehmen, dass für die Selektion und Nutzung medialer Angebote ebenso wie für andere Museumsangebote weitgehend dieselben Einflussfaktoren relevant sind, z.B. das Zeitbudget, Sitzmöglichkeiten, Interessantheit und Interesse oder gemeinsame Nutzungsmöglichkeiten.

### *Museumsmüdigkeit*

Das Phänomen Museumsmüdigkeit ist besonders interessant, wenn Selektionsprozesse erklärt werden sollen. Die wenigen bekannten rezenten Studien (z.B. Falk & Dierking, 1992; Rounds, 2004, Bitgood, 2006a) weisen darauf hin, dass die Aufmerksamkeitssteuerung mit zunehmender Besuchszeit selektiver wird. Besucher lesen Texte vor allem in einer bestimmten Besuchsphase, sobald sie sich orientiert haben und bevor sie müde werden (Caulton, 1998). Bitgood (2009a, 2009b) kritisiert, dass die Befunde zur Museumsmüdigkeit bislang in Literatur und Praxis zu wenig Beachtung fanden, obwohl sie für die didaktische Gestaltung von musealen Angeboten (vom Einzelexponat zum Museumskomplex) von großem Interesse sein müssten. Das Konzept der Museumsmüdigkeit fand in der Forschung früh Beachtung (z.B. Gilman, 1916; Melton, 1935; Robinson, 1928), es ist jedoch bis heute nicht ausreichend geklärt. Der Begriff „Museumsmüdigkeit“ (*museum fatigue*) ist ein schwieriger Begriff, nach Bitgood (2009a, S. 93): „a term fraught with surplus meaning and misconceptions“. Die Definition von Museumsmüdigkeit nach Davey (2005, S. 19) umfasst Indikatoren, Bedingungen und Aufmerksamkeitsmuster. Museumsmüdigkeit ist demnach: „A collection of phenomena that represents predictable decreases in visitor interest and selectivity either during entire visits, within smaller areas (such as exhibit galleries), or across a few successive exhibits. These changes are likely to be attributed to a combination of visitor factors (such as cognitive processing, physical fatigue, and individual characteristics), factors in the environment (such as exhibit architecture and the museum setting), and interaction between them.“

Ähnlich wie Davey beschreibt auch Bitgood (2009a) die Museumsmüdigkeit als ein multidimensionales Phänomen, das nur partiell auf körperliche oder geistige Erschöpfung zurückzuführen ist. Er listet eine Reihe bedingt unabhängiger Phänomene auf, die mit Museumsmüdigkeit assoziiert werden und nennt deren mögliche Ursachen.



Tab. 1: Dimensionen der Museumsmüdigkeit und angenommene Ursachen (Bitgood, 2009a, S. 95)

Phenomenon	Presumed causes
Fatigue (tiredness, exhaustion)	Prolonged physical and/or mental exertion; stress
Satiation	Exposure to homogenous objects with little emotional or intellectual stimulation; boredom
Stress	Physical and mental pressure associated with distracting or unwanted frustrations, etc.
Information overload	Inability to process inputs because too many are presented at once or inputs are presented too quickly over time
Competition	Presentation of multiple objects simultaneously resulting in either distraction or more selective attention to fewer objects
Limited cognitive capacity	Depletion of cognitive energy from mental exertion; assumes finite amount of the resource, much like a gasoline tank
Decision making	Visitors choose to attend less because the value (utility/costs) are decreased or because visitors choose to avoid state of exhaustion or because time pressure results in greater selectivity as the visit progresses

Zur Erfassung dieser Phänomene können verschiedene Methoden eingesetzt werden, die Bitgood (2009a, S. 97) in drei Ansätze unterscheidet: „(a) viewing time and/or percentage of stops across successive exhibits; (b) time sampling of the focus of attention; and (c) self-reported rating scales“. Die verschiedenen Methoden sind für die oben beschriebenen Phänomene unterschiedlich gut geeignet und nicht als austauschbar, sondern vielmehr als komplementär anzusehen.

### 3.3. Lerntheoretische Betrachtung

Der Begriff des Lernens wird in der Museumsforschung meist sehr breit gefasst und bezieht sich auf alle Prozesse und Wirkungen, die ein Museumsbesuch nach sich ziehen kann (s. Kapitel 3.1.2). Im Folgenden wird ein moderat konstruktivistischer Blickwinkel eingenommen und die kognitiven Voraussetzungen, Prozesse und Lernwirkungen allgemein und speziell für das Lernen über Naturwissenschaften und Modelle vorgestellt. In Kapitel 3.3.1 steht das Lernparadigma des moderaten Konstruktivismus in Abgrenzung zu anderen Paradigmen im Mittelpunkt. Kapitel 3.3.2 klärt die Begrifflichkeiten und die Qualitäten des Wissens, um dann den Einfluss von Vorwissen auf das Lernen und insbesondere die Theorie des *Conceptual Change* vorzustellen. Die selbstregulativen Fähigkeiten der Lernenden werden in Kapitel 3.3.3 thematisiert, vor allem die Rolle des Selbstkonzepts der Begabung als motivationaler Regulationsmechanismus und des Einflusses der kognitiven Lernaktivitäten auf die Lernleistung. Die beiden letzten Abschnitte (Kapitel 3.3.4 und Kapitel 3.3.5) beziehen sich auf die Thematik der untersuchten Medienstation und sind damit Grundlage des erstellten Wissensfragebogens: das Lernen über die Natur der Naturwissenschaften und das Lernen über Modelle. Diese eng miteinander verwandten Aspekte werden auch als fundamental für naturwissenschaftlichen Unterricht und eine naturwissenschaftliche Grundbildung erachtet (vgl. Kapitel 2.1.2).

### **3.3.1. Lernen**

#### *Lernparadigmen*

Der Begriff des Lernens wird, je nach zu Grunde liegenden Lernparadigma, unterschiedlich aufgefasst. Gemeinsam ist den meisten Definitionen, dass sie Lernen als Veränderung sehen, die aus einer Erfahrung resultiert (Mietzel, 2007). Das Gesamtspektrum des „Lernens“ umfasst sodann nicht nur das Aneignen von Wissen, sondern auch Aspekte wie Können, Werthaltungen, Interessen, Verhalten und Verhaltenspotentiale (Seel, 2003).

Die Antworten darauf, welche Auslöser zum Lernen führen und welche Prozesse dabei ablaufen, haben sich im vergangenen Jahrhundert wiederholt verändert. Drei theoretische Perspektiven auf das menschliche Denken haben die Forschung und die Bildungspraxis besonders beeinflusst. Während zunächst die Vorstellung eines Organismus vorherrschte, der durch Reiz-Reaktions-Beziehungen lernt und dies durch Verhalten zeigt (Behaviorismus), legten kognitivistische Modelle seit den 1960ern einen Fokus auf die Prozesse der Informationsverarbeitung und Wissenskonstruktion sowie auf die veränderten Verhaltenspotentiale des Lernenden (dazu z.B. Hasselhorn & Gold, 2006; Seel, 2003; Steiner, 2006). Schließlich gewann Mitte der 1980er ein Paradigma an Einfluss, das den Lernenden als selbstgesteuert und aktiv und die Wissenskonstruktion als subjektiv betrachtet (Konstruktivismus). Diese behavioristischen, kognitivistischen und konstruktivistischen Sichtweisen sollten jedoch nicht als Gegensätze gesehen werden, sondern als „verschiedene Betrachtungsweisen des Lernprozesses, aus denen sich ableiten lässt, wie Lernen angeregt werden kann“ (Mietzel, 2007, S. 35).

Die moderat-konstruktivistische Perspektive stellt einen Schritt in diese Richtung dar, da sie zudem Aspekte der sozialkonstruktivistischen und situierten Ansätze integriert. Im Folgenden wird Lernen unter dieser Perspektive betrachtet, da sie für das selbstgesteuerte Lernen der Museumsbesucher wichtige Ansatzpunkte bietet und sowohl in der Unterrichtsforschung als auch in der Museumsforschung weit verbreitet ist.

#### *Lernen aus moderat-konstruktivistischer Perspektive*

Die moderat-konstruktivistische Sichtweise ist ein Ansatz, der die Realität und damit objektive Lernziele und Inhalte nicht grundsätzlich in Frage stellt, sondern davon ausgeht, dass begrenzte Einflussmöglichkeiten auf den Lernprozess bestehen. Das bedeutet, dass die aktiven und individuellen Konstruktionsprozesse „in unterschiedlicher Qualität und Ausprägung angeregt, unterstützt oder angeleitet werden können“ (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1998, S. 457).

Wissenspsychologisch handelt es sich nach Reinmann-Rothmeier & Mandl (1998) beim Lernen um mentale Aktivitäten, die verknüpft sind mit dem Erwerb von Wissen, seiner Repräsentation oder Speicherung im Gedächtnis, dem Abruf und der Anwendung im Denken und Handeln sowie den Veränderungen, die es durch Anwendungen erfährt. Der Wissenserwerb wird kumulativ aufgefasst und beinhaltet „sowohl den Aufbau neuer Wissensstrukturen als auch die Anreicherung und Verfeinerung sowie Umstrukturierung bestehender Wissensstrukturen“ (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1998, S. 458). Für ein grundlegendes Verständnis des Wissenserwerbsprozesses und für die Entwicklung instruktionaler Methoden und Prinzipien werden neben einer vorrangig kognitionspsychologischen Perspektive motivationale, soziale und soziokulturelle Aspekte berücksichtigt. Unter kon-

struktivistischer Perspektive ist das Lernen ein aktiver, von Motivation und Interesse begleiteter/geleiteter, selbstgesteuerter, konstruktiver, situativer und sozialer bzw. gesellschaftlicher Prozess (Gerstenmaier & Mandl, 1995; Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1998). Einige dieser Aspekte wurden teilweise bereits vorgestellt: Motivation und Interesse (vgl. Kapitel 3.2.1), Selbststeuerung und Regulation (vgl. Kapitel 3.3.3), Berücksichtigung der Zeit (vgl. Kapitel 3.1.2), gegenständlicher und sozialer Kontext der Wissenskonstruktion (vgl. Kapitel 3.1.1). Im Folgenden werden die Aspekte des Vorwissens und der Vorstellungen, d.h. die Wissensstrukturen, auf denen der Lernprozess aufbaut vorgestellt.

### **3.3.2. Wissen und Vorstellungen**

Wissen kann sowohl unter einem Zielaspekt (Wissensaufbau, Wissensveränderung) als auch unter dem Aspekt individueller Voraussetzungen und Bedingungen (Vorwissen, Vorstellungen) für den Lernprozess betrachtet werden (Hasselhorn & Gold, 2006). Wissenserwerb bedeutet dementsprechend nicht nur Aufbau neuer Wissensrepräsentationen, sondern zu einem großen Teil Veränderung vorhandenen Wissens (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1998; Steiner, 2006).

#### *Begriffsklärung*

Zwar wird Wissen konstruktivistisch als individuell konstruierte Bedeutung verstanden, jedoch erlaubt die menschliche Sprache das Abgleichen individueller Vorstellungen und ermöglicht somit „intersubjektiv ausgehandeltes“ Wissens im Sinne eines Konsenses (Burger, 2001, S. 63). Von ausgehandelten Konzepten abweichende Vorstellungen werden in der Literatur teilweise als Fehlkonzepte (*misconceptions*) bezeichnet. Im Sinne einer moderat-konstruktivistischen Sichtweise, die die Validität von Vorstellungen nach ihrer Konsistenz und Anwendbarkeit bemisst (Krüger, 2007; Riemeier, 2007), wird neutral von Alltags- oder Lernervorstellungen oder von unangemessenen Vorstellungen gesprochen.

Der Begriff „Vorstellung“ wird in der kognitiven Psychologie hauptsächlich für anschauliche, bildhafte Vorstellungen (analoges Wissen) benutzt, während für erworbenes Wissen der Begriff „Vorwissen“ verwendet wird (Burger, 2001). In der Pädagogik, der pädagogischen Psychologie und der Fachdidaktik wird der Begriff „Vorstellungen“ häufig verwendet, um das Vorwissen der Lerner generell zu beschreiben: „Vorstellungen stehen hier ganz allgemein für geistige Entwürfe, die sich ein Mensch von der ihn umgebenden und durch Sinneseindrücke auf ihn wirkenden Welt macht“ (Duit, 1997, S. 234). Vorstellung und Vorwissen werden häufig synonym verwendet, teilweise auch die Begriffe „Verständnis“, „Vorerfahrung“ und „Präkonzept“. In der englischsprachigen Forschungsliteratur findet einheitlicher der Begriff *conception* Verwendung, der sich auch in der *Conceptual Change Theory* wiederfindet.

#### *Arten und Qualitäten des Wissens*

Während das Wissen bzw. das Vorwissen der Lerner zunächst als globales Konstrukt untersucht wurde, entwickelte sich insbesondere seit den 1980ern eine Vielfalt an Bezeichnungen und Kategorisierungen (Alexander et al., 1991; Schneider, 2006).

Eine der elaboriertesten Wissensklassifikationen wurde von De Jong & Ferguson-Hessler (1996) vorgelegt. Diese Klassifikation, die im Rahmen ihrer Forschung zum Problemlösen im Physikunterricht entstand, unterscheidet vier Wissensarten:

- Situationales Wissen: Wissen über typische Situationen,
- Konzeptuelles Wissen: statisches Wissen über Fakten, Begriffe und Prinzipien,
- Prozedurales Wissen: Wissen über geeignete Handlungen zur Problemlösung,
- Strategisches Wissen: Metakognitives Wissen über die eigene Problemlösehandlung.

Wissensbestände können jeweils durch fünf verschiedene Wissensqualitäten näher charakterisiert werden, die teilweise voneinander abhängig sind:

- Hierarchischer Status: oberflächlich oder tief verarbeitet,
- Eingebundenheit/innere Struktur: isoliert oder vernetzt,
- Automatisierungsgrad: nicht-automatisiertes oder automatisiertes Wissen,
- Modalität/Repräsentationsformat: v.a. bildlich-analog oder verbal, propositional-analytisch,
- Allgemeinheitsgrad: generell oder domänenspezifisch.

Im Folgenden wird auf den Allgemeinheitsgrad des (Vor-)Wissen näher eingegangen, da sich in der Forschungsliteratur zahlreiche Hinweise auf die Relevanz dieses Merkmals finden. Insbesondere wird betont, dass das themen- und domänenspezifische Wissen den Lernprozess auf unterschiedliche Weise beeinflussen (Alexander et al., 1994; De Jong & Ferguson-Hessler, 1996; Schiefele, 1996; Shapiro, 2004). Problematisch für den Vergleich von Studienergebnisse ist allerdings die unterschiedliche Verwendung der Begrifflichkeiten und Operationalisierung der Wissensarten (Alexander et al., 1991; Cranach & Bangerter, 2000; Renkl, 2009). In Bezug auf das domänenspezifische Wissen schlagen Alexander et al. (1994) vor, für Domänen die Gliederung der Schulfächer oder Wissenschaftsdisziplinen zu übernehmen. Allerdings werden dadurch Wissensbestände voneinander abgegrenzt, die sich jeweils durch enge Verbindungen auszeichnen und in konkreten Anwendungssituationen integrativ eingesetzt werden, d.h. als funktionale Einheit (Renkl, 2010; Schneider, 2006). Unter themenspezifischem Wissen verstehen Alexander et al. (1994) in ihrer Studie das Wissen, das sich auf spezifische Textinhalte bezieht.

### *Einfluss von Vorwissen und Vorstellungen auf das Lernen*

Einen wichtigen Beitrag für die Berücksichtigung des Vorwissens im Lernprozess leistete Ausubel (1968), indem er sich den domänenspezifischen Faktoren des Wissenserwerbs zuwandte und das Vorwissen als herausragenden Prädiktor für das Lernen identifizierte (Scott et al., 2007). Das Vorwissen wird in heutigen Lerntheorien als wichtiger Faktor für das Lernen erachtet und dessen Effekt durch zahlreiche Feld- und Labor-Studien empirisch bestätigt (Alexander et al., 1991; Duit, 1997; Renkl et al., 1996; Schiefele, 1996; Shapiro, 2004). Zwar wird angenommen, dass Lernende umso erfolgreicher sind, je mehr Vorwissen sie im Lernprozess zur Verfügung haben, allerdings kann nicht immer ein linearer Zusammenhang zwischen dem Ausmaß des Vorwissens und dem späteren Lernerfolg nachgewiesen werden (Hasselhorn & Gold, 2006). Voraussetzung ist insbesondere, dass

das Vorwissen überhaupt aktiviert wird, und diese Aktivierung von vorhandenen Wissensbeständen ist nicht selbstverständlich wie die Forschung zum „trägen Wissen“ zeigt (Gerstenmaier & Mandl, 2000). Neben der Quantität des Vorwissens sind verschiedene Aspekte wie die Qualität und Struktur sowie die Kompatibilität zwischen vorhandenen und neuen Informationen für den konkreten Einfluss des Vorwissens auf den Lernprozess ausschlaggebend:

Relevanz: Ein wichtiger Aspekt für die Relevanz von Vorwissen ist dessen inhaltliche Nähe zum Lerngegenstand bzw. der Allgemeinheitsgrad des Wissens. Eine differenzierte Erfassung des Vorwissens, z.B. domänen- und themenspezifisch, ist wichtig, da diese den Lernprozess unterschiedlich beeinflussen (Alexander et al., 1994; Shapiro, 2004; vgl. Kapitel 3.3.3 *Arten und Qualitäten des Wissens*). Gleichwohl sind die beiden Wissensformen nicht voneinander unabhängig. Beispielsweise können Lernende mit geringem themenspezifischem Vorwissen dies bis zu einem gewissen Grad mit domänenspezifischem Wissen kompensieren (Alexander et al., 1994).

Qualität: Neben der Quantität des inhaltsbezogenen Vorwissens ist auch die Qualität für interindividuelle Unterschiede beim Lernerfolg verantwortlich. Ein qualitativ hochwertiges Vorwissen beeinflusst den Wissenserwerbsprozess auf verschiedenen Ebenen der Informationsverarbeitung, von der Selektion, der Verarbeitung, der Integration und Speicherung hin zum Transfer und der Nutzung der neuen Wissensbestände (Hasselhorn & Gold, 2006; Renkl, 2009; Renkl et al., 1996; Schiefele, 1996; Steiner, 2006; Wild, 2006a). Verschiedene Ansätze wie die Schematheorie, das *Construction-Integration-Model* oder die Expertise-Forschung versuchen den Einfluss des Vorwissens auf das Lernen zu erklären. Ihnen ist gemeinsam, dass sie effizientere Enkodierungsprozesse durch die strukturelle Qualität des Wissens (z.B. Schemata, Makrostrukturen) annehmen. Je nach Ansatz wird dies z.B. auf eine geringere Arbeitsgedächtnisbelastung oder auf einen höheren Automatisierungsgrad zurückgeführt.

Angemessenheit: Angemessenes Vorwissen und Lernervorstellungen wirken sich positiv auf den Lernprozess und Lernerfolg aus, da sie Anknüpfungspunkte für neues Wissen bieten. Wenn die Vorkenntnisse hingegen nicht mit der wissenschaftlichen Vorstellung übereinstimmen, können kognitive Dissonanzen und damit Lernschwierigkeiten die Folge sein (Duit, 2010; Franz, 2008; Riemeier, 2007). Befunde aus der Schulforschung zeigen, wie langlebig und hartnäckig diese Lernervorstellungen sind und wie tiefgreifend sie das Erlernen naturwissenschaftlicher Begriffe und Prinzipien bestimmen (Duit, 1997, 2010; Shapiro, 2004). Wissensveränderungen, im Sinne von Vorstellungsänderungen (s.u.), sind in den meisten Fällen schwieriger zu erreichen als der Aufbau neuer Vorstellungen bei Lernenden ohne oder mit geringen Vorkenntnissen (Lerche, 2005).

### *Veränderung von Vorstellungen – Conceptual Change*

Für die Untersuchung von Lernen und Unterricht hat die Conceptual Change-Forschung seit den 80er Jahren einen großen Stellenwert. Unter *Conceptual Change Theory* wird eine Reihe von Ansätzen zusammengefasst, die sich mit den Vorstellungen, ihrer Entstehung und Möglichkeiten ihrer Veränderung befassen (Duit et al., 2007). Sie unterscheiden sich durch die ihnen zu Grunde liegenden ontologischen und epistemologischen Überzeugungen und durch die verschiedenen Definitionen der Wissens- und Vorstel-

lungsänderung (Stark, 2003). Die Kompatibilität mit konstruktivistischen Annahmen zum Lernen ist ein weiterer Grund für die große Popularität dieser Forschungsrichtung (Duit, 1997; Georgiades, 2000). Wichtige Vertreter sind die Forschergruppen um Strike & Posner und um Vosniadou, deren Ansätze im Folgenden erläutert werden.

#### Conceptual Change Theorie nach Strike & Posner

Die *Conceptual Change Theorie* nach Posner et al. (1982) und Strike & Posner (1992) versucht die grundlegende Frage zu beantworten, wie bei Lernenden der Übergang oder die Ersetzung einer Vorstellung (Fehlkonzept) durch eine andere (wissenschaftliche Vorstellung) gelingen kann. Die Autoren orientierten sich an Piagets Begriffen der „Akkommodation“ und „Assimilation“, um zwei unterschiedliche Verarbeitungsformen neuer Informationen zu beschreiben. Bei geringem oder angemessenem Vorwissen können neue Informationen in bestehende Strukturen integriert bzw. assimiliert werden. Misslingt die Assimilation, da keine Vorkenntnisse oder aber inkompatible Vorstellungen bestehen, muss eine gänzlich neue Vorstellung entwickelt werden oder eine radikale Transformation der Vorstellung erfolgen (Duit, 2010). Posner et al. (1982) beschreiben, unter welchen Bedingungen ein erfolgreicher Austausch von Vorstellungen (Akkommodationsprozess) stattfinden kann: Der Lernende muss mit seinen aktuellen Vorstellungen unzufrieden sein (*dissatisfaction*) und verständliche (*intelligible*) Konzepte als Alternativen zur Verfügung haben, die zudem einleuchtend (*plausible*) und für Anwendungssituationen erfolgreich einsetzbar (*fruitful*) erscheinen. In späteren Publikationen präzisieren und erweitern Strike & Posner (1992) ihre Theorie, insbesondere um die Aspekte der Interaktion und Entwicklung der einzelnen Bestandteile sowie um motivationale Faktoren. Als umfassende Lerntheorie oder Anleitung zum *Conceptual Change* möchten sie ihren Ansatz dennoch nicht missverstanden wissen.

Während Posner et al. (1982) *Conceptual Change* eher als radikale Ersetzung oder Auswechslung einer Lernervorstellung durch eine wissenschaftliche Vorstellung verstanden (Akkommodation), hat sich verstärkt die Richtung von Vosniadou (1994) durchgesetzt, die *Conceptual Change* als graduelle Entwicklung von Vorstellungen betrachtet.

#### Conceptual Change Ansatz nach Vosniadou

Der entwicklungspsychologisch orientierte *Conceptual Change* Ansatz von Vosniadou (1994) geht davon aus, dass Konzepte (mentale Modelle) in größere theoretische Strukturen eingebettet sind. Dabei kann es sich um domänenspezifische Rahmentheorien oder um inhaltspezifische Theorien handeln. Rahmentheorien umfassen meist unbewusste, ontologische und epistemologische Grundannahmen, die bereits in der Kindheit erworben und immer wieder durch alltägliche Erfahrungen bestätigt werden (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1998; Schnotz, 1998). Inhaltsspezifische Theorien sind Annahmen über Sachverhalte, wie z.B. das Verhalten von Objekten. Sie hängen wiederum von den Annahmen der korrespondierenden Rahmentheorie ab, denn Beobachtungen oder neue Informationen werden vor diesem Hintergrund interpretiert (Stark, 2003). Rahmen- und spezifische Theorien stellen die Grundlage für situationsspezifische mentale Modelle dar, die auf Grund von Alltagserfahrungen konstruiert und erweitert werden. Durch die Interaktion mit inkompatiblen Informationen, z.B. wissenschaftlichen Vorstellungen, kann es zur Entstehung von synthetischen Modellen (Mischformen) kommen. Wissensveränderung oder

*conceptual change* sind dieser Sichtweise folgend, graduelle Veränderungen mentaler Modelle. Der Prozess führt von „mentalen Initialmodellen über synthetische Modelle zu wissenschaftlich korrekten Modellen“ (Schnotz, 1998, S. 56). Diese Veränderungen sind jedoch von der Veränderung der betroffenen spezifischen Theorie oder Rahmentheorien abhängig (Vosniadou & Ioannides, 1998). Veränderungen der Rahmentheorie sind jedoch sehr schwer anzuregen, da mit deren Aufgabe ein Verlust an subjektiver Sicherheit verbunden ist und verbundene inhaltsspezifische Theorien ebenfalls verändert werden müssen (Schnotz, 1998).

Daraus folgt, dass alternative Vorstellungen sehr stabil sind und Alltagsvorstellungen und wissenschaftliche Vorstellungen oft unverbunden und „friedlich“ nebeneinander existieren. Die jeweiligen Vorstellungen kommen jeweils in den Situationen zur Anwendung, für die sie sich als hilfreich, brauchbar und nützlich erweisen (Duit, 1997; Georghiades, 2000; Mietzel, 2007; Scott et al., 2007). Einige Autoren argumentieren, dass ein vollständiges Auslöschen von Alltagsvorstellungen weder möglich noch angebracht ist (z.B. Duit, 1997; Stark, 2003).

Um Cognitive Change zu erleichtern, sollten die Lerner darin unterstützt werden, sich ihrer ontologischen und epistemologischen Annahmen bewusst zu werden. Ihre impliziten Repräsentationen, der epistemologische Status und die Widersprüchlichkeit ihres Wissens sind den Lernenden teilweise gar nicht bewusst, insbesondere wenn metakonzeptuelle und metakognitive Defizite bestehen (Krüger, 2007; Schnotz, 1998; Vosniadou & Ioannides, 1998). Als Bedingungen für Vorstellungsänderungen nennt Urhahne (2002, S. 43) Urhahne dementsprechend eine „Reihe kognitiver Fertigkeiten wie selektive Aufmerksamkeit, Aktivierbarkeit von Vorwissen, elaborative und organisierende Lernstrategien und Problemlösekompetenzen [...], deren Verwendung wiederum von seinen motivationalen Überzeugungen abhängig ist“. Diese kognitiven und motivationalen Mechanismen zur Selbstregulation stehen im Mittelpunkt des nächsten Kapitels.

### **3.3.3. Kognitive und motivationale Selbstregulation**

Museen stellen Lernsituationen dar, die den Lernenden viele Freiräume und relativ wenig instruktionale Unterstützung bieten. In solchen Situationen sind die Fähigkeiten das eigene Lernen überwachen, bewerten und regulieren zu können von großer Relevanz (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1998).

Das Rahmenmodell selbstregulierten Lernens von Boekaerts (1997), überarbeitet von Baumert (2000), gibt einen Überblick über die verschiedene Regulationsmechanismen, die zu zwei größeren Bereichen zusammengefasst sind:

Kognitive/Metakognitive Regulation:

- Bereichsspezifisches Vorwissen,
- Kognitive Lernstrategien (Memorieren, Tiefenverarbeitung, Transformation),
- Metakognitive Lernstrategien (Planung und Zielpräsentation, Überwachung, Korrektur).

Motivationale Selbstregulation:

- Motivationale Orientierungen,
- Selbstbezogene Kognitionen (Selbstkonzept der Begabung, Selbstwirksamkeit, Kontrollüberzeugungen),
- Motivationale Präferenzen (Interesse, Aufgabenorientierung, Ich-Orientierung, intrinsische Motivation),
- Prüfungsangst,
- Subjektive Theorien der Begabung,
- Situationaler Motivationszustand (Aufmerksamkeit, Anstrengung, Ausdauer),
- Volitionale Merkmale der Handlungssteuerung (Abschirmung gegen konkurrierende Intentionen, Umgang mit Erfolg und Misserfolg).

(Baumert, 2000, S. 4)

Einige dieser Regulationsmechanismen und ihre Relevanz für den Lernprozess wurden im Rahmen dieser Arbeit bereits thematisiert: das bereichsspezifische und themenspezifische Vorwissen (Kapitel 3.3.2), das dispositionale und das situationale Interesse und das Kompetenz- und Autonomieerleben (Kapitel 3.2.1). Im Folgenden werden mit dem Selbstkonzept der Begabung und den kognitiven Lernstrategien/Lernaktivitäten zwei weitere Aspekte vorgestellt, die für den Museumsbesuch relevant erscheinen.

### *Selbstkonzept der Begabung*

In der pädagogisch-psychologischen Forschung wird der Begriff „Selbstkonzept“ für die Gesamtheit kognitiver Repräsentationen, Einschätzungen und Bewertungen verwendet, die die eigene Person betreffen (Möller & Trautwein, 2009; Schöne et al., 2003). Besonders interessant für die Lehr-Lernforschung sind diejenigen Selbstkonzepte, die Fähigkeiten und Begabungen betreffen. Eng verwandt sind Konzepte wie die „Handlungsergebniserwartung“ oder „Kompetenzüberzeugungen“, zu der auch die „Selbstwirksamkeitserwartung“ gehört (Krapp & Ryan, 2002; Möller & Trautwein, 2009). Während sich die Selbstwirksamkeitserwartung auf die Einschätzung eigener Fähigkeiten unter Berücksichtigung situativer Erfordernisse bezieht, d.h. auf die Einschätzung „[...] inwieweit die eigenen Fähigkeiten in situationsadäquate Handlungen umgesetzt werden können“ (Moschner & Dickhäuser, 2006, S. 685), steht beim Selbstkonzept der Begabung eine generelle, dauerhafte Überzeugung im Vordergrund.

### Wirkungen des Selbstkonzepts

Fachspezifische Selbstkonzepte entwickeln sich unter dem Einfluss von sozialen, dimensional, temporalen und kriterialen Vergleichsinformationen (Dickhäuser, 2006; Köller et al., 1999; Möller & Köller, 2004; Möller & Trautwein, 2009). Sie wirken auf das Verhalten und Erleben und können in allen Phasen des Handlungsprozesses, der Handlungsantizipation, der Handlungsrealisation und der Handlungsevaluation wirksam werden (Moschner & Dickhäuser, 2006). Insbesondere in informellen Lernkontexten mit großer Wahlfreiheit ist anzunehmen, dass das Selbstkonzept der Begabung einen Einfluss auf die Auswahl und Nutzung von Lernmöglichkeiten ausübt. Das Wissen über eigene Stärken und Schwächen trägt dazu bei, „sich Umwelten und Herausforderungen zu wählen, die zum



eigenen Fähigkeitsprofil passen“ (Möller & Trautwein, 2009, S. 189; s.a. Köller et al., 2006).

Je nach Richtung des Zusammenhangs zwischen Lernleistung und bereichsspezifischen Selbstkonzepten wird von *skill-development* (Leistungsrückmeldung beeinflusst Selbstkonzept) und *self-enhancement* (Selbstkonzept beeinflusst Lernleistung) gesprochen (Möller & Trautwein, 2009, S. 197–198; s.a. Schöne et al., 2003). Empirische Studien zeigen, dass von einem sich gegenseitig verstärkenden Zusammenhang ausgegangen werden kann (Köller et al., 1999; Möller & Trautwein, 2009; Moschner & Dickhäuser, 2006). Das Selbstkonzept hat dabei vermutlich keinen direkten Einfluss auf die Lernleistungen, sondern eher unterstützenden Charakter, indem es ein erhöhtes Engagement, eine höhere Anstrengungsintensität und Persistenz fördert (Möller & Trautwein, 2009; Moschner & Dickhäuser, 2006).

Neben den Auswirkungen auf kognitive Leistungen und Entwicklungen hat sich das fachbezogene Selbstkonzept der Begabung als ein wichtiger Einflussfaktor für das Fachinteresse herausgestellt (Baumert et al., 2000; Krapp, 2002b; Krapp & Ryan, 2002; Möller & Trautwein, 2009). Zur Erklärung des positiven Einflusses des fachspezifischen Selbstkonzepts auf das Motivationsgeschehen können die Annahmen zu den Effekten der Selbstwirksamkeitserwartung herangezogen werden. Die Selbstbestimmungstheorie und die Person-Gegenstands-Theorie des Interesses gehen davon aus, dass die Effekte der Selbstwirksamkeitserwartung vor dem Hintergrund der grundlegenden psychologischen Bedürfnisse (*Basic Needs*) erklärt werden können (Krapp & Ryan, 2002). Es ist demnach von einer wechselseitigen Verstärkung von Selbstkonzept, Motivation und Leistung auszugehen, wobei das fachbezogene Selbstkonzept eine Mittlerrolle einnimmt (Köller et al., 2006; Krapp & Ryan, 2002; Möller & Trautwein, 2009). Zusammenfassend zeigt sich, dass das Selbstkonzept der Begabung, die Leistungen einer Person positiv, bei geringer Ausprägung aber auch negativ beeinflussen kann (Schöne et al., 2003).

### *Kognitive Lernaktivitäten*

Zur Beschreibung der kognitiven Lernaktivitäten wird häufig auf Terminologien und Klassifikationen der Lernstrategieforschung zurückgegriffen. Unter Lernstrategien werden jene Verhaltensweisen und Gedanken subsumiert, „die Lernende aktivieren, um ihre Motivation und den Prozess des Wissenserwerbs zu beeinflussen und zu steuern“ (Mandl & Friedrich, 2006a, S. 1). Weit verbreitet ist eine Unterscheidung in primäre, kognitive und metakognitive Lernstrategien und sekundäre Stützstrategien wie Ressourcenmanagement oder motivational-emotionale Strategien (Hasselhorn & Gold, 2006; Mandl & Friedrich, 2006a; Wild, 2006a). In der deutschsprachigen Forschungslandschaft ist die kognitionspsychologische, funktionale Klassifikation von Lernstrategien von Weinstein et al. (1986; s.a. Wild, 2006a) vielfach aufgegriffen worden, die von vier Teilprozessen beim Wissenserwerb ausgeht: Selektion, Speicherung, Konstruktion und Integration.

Weinstein & Mayer (1986) unterscheiden drei kognitive Strategien, die den Enkodierungsprozess beim Wissenserwerb unterstützen: Wiederholungs-, Organisations- und Elaborationsstrategien. Dabei ist hervorzuheben, dass diese analytisch getrennten Strategien in realen Lernprozessen zumeist gemeinsam auftreten (Lewalter, 1997a, 1997b).

- Unter dem Begriff Wiederholungsstrategien sind diejenigen Lernaktivitäten zusammengefasst, die helfen, neue Informationen im Arbeitsgedächtnis zu halten, z.B. durch mehrmaliges Wiederholen oder Lesen, und damit eine Überführung der Informationen in das Langzeitgedächtnis zu unterstützen.
- Organisierende Prozesse oder strukturierende Strategien helfen neue Informationen besser zu verarbeiten, indem relevante Informationen identifiziert, das Lernmaterial auf das Wesentliche reduziert und in einen organisierten Zustand gebracht wird, d.h. ein kohärenteres Bild aufgebaut wird.
- Lernaktivitäten wie die Bildung von Analogien oder die Suche nach Anknüpfungspunkten und Anwendungsmöglichkeiten sind den Elaborationsstrategien zuzuordnen. Diese fördern die Aktivierung vorhandenen Vorwissens und die Verknüpfung von alten und neuen Wissensbeständen und begünstigen so ein tieferes Verständnis.

Der Lernstrategieeinsatz wird häufig dahingehend bewertet, inwiefern die Strategien zu den oberflächenorientierten (nachvollziehende und wiederholende Strategien) oder zu den tiefenorientierten Strategien (Vertiefen und Organisieren von Informationen) gehören, da mit elaborierenden und organisierenden Lernstrategien ein tieferes Verständnis des Lernstoffs erwartet wird als bei Wiederholungsstrategien.

#### Wirkungen von Lernstrategien und Lernaktivitäten

Es wird angenommen, dass Lernstrategien und die jeweils korrespondierenden Lernaktivitäten von großer Bedeutung für die Qualität und Intensität der Verarbeitung von Informationen sind (vgl. Hasselhorn & Gold, 2006; Weinstein & Mayer, 1986). Die Befundlage ist jedoch uneinheitlich: Positive Zusammenhänge zwischen Lernerfolg und der Ausprägung spezifischer Lernstrategien wurden vor allem in kognitionspsychologischen Experimenten festgestellt, während die Effekte in Feldstudien recht schwach ausgeprägt sind (Schiefele, 2005; Wild, 2006b). Generell wird die unterschiedliche Konzeptionierung und Operationalisierung von Lernaktivität/Lernstrategie und Leistung kritisiert, zu der auch die Wahl des Erfassungszeitpunkts und die kontextspezifische Abfrage gehört (Artelt, 2000; Artelt & Moschner, 2005; Hugener, 2008; Seidel, 2003). Dieser letzte Aspekt wird insbesondere aus der Perspektive der fokussierten Informationsverarbeitung betont, die darauf hinweist, dass nur Lernaktivitäten zu Lernerfolg führen, die sich auf zentrale Konzepte und Prinzipien des Lernbereichs fokussieren (Renkl & Atkinson, 2007).

Trotz grundlegender Vorstellungen darüber, wie kognitive, metakognitive und motivationale Faktoren zusammenhängen, sind noch Fragen zu den Wirkungsrichtungen offen (Seidel, 2003). Häufig werden elaborierte Lernstrategien bzw. eine tiefere kognitive Verarbeitung als Mittler zwischen Motivation und Lernerfolg angesehen. Mehrere Studien konnten z.B. einen Zusammenhang zwischen intrinsischer Motivation und Tiefenstrategien (elaborierende, organisierende Lernaktivitäten) nachweisen, weniger klar ist jedoch, inwiefern eine Wirkungskette von Motivation, Strategieeinsatz und Lernerfolg besteht (Mandl & Friedrich, 2006b) und welchen Faktor die Lernzeit dabei darstellt (Seidel, 2003). Inadäquate Lernstrategieeinsätze und Lernaktivitäten können vermutlich durch erhöhten Aufwand, Anstrengung oder Vorwissen kompensiert werden, d.h. es ist eine Wechselwirkung zwischen Lernstrategie, kognitiver Verarbeitung, Motivation und Lernerfolg anzunehmen (Leopold & Leutner, 2004).

### 3.3.4. Lernen über die Natur der Naturwissenschaften

Wie in Kapitel 3.3.2 bereits gezeigt wurde, ist nicht nur der Umfang des Vorwissens, sondern auch dessen Art und Qualität entscheidend für das Verständnis und die Bewertung neuer Informationen. Die heute massenhaft und schnell verfügbaren, aber auch schnell alternden Informationen, mit denen die Öffentlichkeit konfrontiert ist, verdeutlichen die Bedeutung von Basisqualifikationen, anschlussfähigen Kenntnissen und eines grundlegenden Verständnisses für Zusammenhänge (BLK, 1997). In Kapitel 2.1.2 wurden bereits Sinn und Ziele dieser naturwissenschaftlichen Grundbildung erläutert. Im Folgenden soll auf den Aspekt der Natur der Naturwissenschaften als Teil dieser naturwissenschaftlichen Grundbildung (*Scientific Literacy*) weiter eingegangen werden, Teilbereiche und Lernziele, epistemologische Grundlagen und Erkenntnisse zu Lernervorstellungen dargestellt werden.

#### *Die Natur der Naturwissenschaften als Teil der Scientific Literacy*

Die Forderungen nach einer naturwissenschaftlichen Grundbildung der Bevölkerung sind nach Hurd (1998) so alt wie die modernen Naturwissenschaften. Seit jeher wurde der Begriff der „Scientific Literacy“ mit wechselnden Bedeutungen verwendet. Die verschiedenen Definitionen werden von Roberts (2007, S. 730) zwei Polen zugeordnet: zum einen *Literacy within science*, mit einem Fokus auf Produkten und Prozessen der Naturwissenschaften in Form eines Bildungskanons, zum anderen *Literacy about science-related situations*, das sich auf diejenigen Situationen bezieht, bei denen Bürger im Alltag naturwissenschaftlichen Aspekten begegnen. Die beiden Ansätze, die sich mit den Autoren Shamos und Bybee illustrieren lassen, unterscheiden sich darin, wie pragmatisch bzw. idealistisch sie in ihren Zielen sind und wie Scientific Literacy erreicht werden kann. Während Shamos (1995, 2002) das Bewusstsein für die Natur der Naturwissenschaften als Ausgangspunkt und einzig realistisches Ziel naturwissenschaftlichen Unterrichts erachtet, geht Bybee (1997, 2002) davon aus, dass ein Verständnis für die Natur der Naturwissenschaften auf naturwissenschaftlichem Wissen aufbaut.

In manchen Ansätzen werden die beiden Pole integriert: In der PISA-Studie (OECD, 2007) umfasst die naturwissenschaftliche Grundbildung neben dem Verständnis naturwissenschaftlicher Konzepte und Theorien auch das Verständnis für das Wesen der Naturwissenschaften und anwendungsbezogene Kompetenzen. Der deutsche Begriff der naturwissenschaftlichen Grundbildung umfasst heute ebenfalls beide Aspekte, während traditionell ein geringeres Gewicht auf die Verfügbarkeit und Anwendbarkeit von Wissensbeständen gelegt wurde (Gräber & Nentwig, 2002).

#### *Aspekte der Natur der Naturwissenschaften*

Die Förderung des Verständnisses für die Natur der Naturwissenschaften wird heute von vielen Autoren als wichtiges, wenn nicht gar als das wichtigste Ziel naturwissenschaftlicher Bildung anerkannt (Abd-El-Khalick et al., 1998; Karakas, 2007; Kreft, 2008; Lederman, 2007; Murcia & Schibeci, 1999; Smith & Scharmann, 1999). Lernen über die Natur der Naturwissenschaften und die Aneignung eines Wissenschaftsverständnisses umfassen erkenntnistheoretische, wissenschaftstheoretische und wissenschaftsethische Aspekte (Grygier, 2008; Kircher et al., 2007; Lederman, 2007). Im englischen Sprachraum steht

der wissenschafts- und erkenntnistheoretische Aspekt des Lernens über die Natur der Naturwissenschaften im Vordergrund. Hingegen wurde in Deutschland seit den 1980ern verstärkt die Beschäftigung mit den Möglichkeiten und Grenzen der Naturwissenschaften, also mit gesellschaftlichen, politischen und ethischen Implikationen für den Unterricht gefordert (Kircher et al., 2007; Leisner, 2005a; Mikelskis-Seifert, 2002). Die Definitionen der Natur der Naturwissenschaften sind entsprechend weder allgemeingültig noch dauerhaft. Es besteht jedoch weitgehende Übereinstimmung darüber, welche Charakteristiken für den naturwissenschaftlichen Unterricht relevant sind (Karakas, 2007; McComas, Almazroa, et al., 1998).

Die Forschergruppe um McComas (McComas, Almazroa, et al. 1998, McComas, Clough, et al. 1998) untersuchte in ihrer internationalen Metastudie acht schulische Kompetenzstandards hinsichtlich ihrer Lernziele im Bereich „Nature of Science“ und ordneten sie den Bereichen Wissenschafts-Philosophie, -Soziologie, -Geschichte und -Psychologie zu. Die Autoren stellen die am häufigsten auftretenden Ziele mit konkreten Aussagen vor, beispielsweise: „Naturwissenschaftliches Wissen hat, obwohl es beständig ist, einen vorläufigen Charakter“ oder „Naturwissenschaftler benötigen sorgfältige Aufzeichnungen, gegenseitige Begutachtung und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse“ (McComas, Clough, et al., 1998, S.6, Übersetzung durch Günther, 2006, S. 33). Die Übersicht ist breit angelegt und geht über wissenschafts- und erkenntnistheoretische Aspekte hinaus, allerdings ist sie weniger strukturiert als beispielsweise die PISA-Studie. In der PISA-Studie 2006 (OECD, 2007) wird ein Kategoriensystem vorgestellt, in dem das Wissen über Naturwissenschaften in zwei Kategorien unterteilt wird: Wissenschaftliche Untersuchung als Prozess und Wissenschaftliche Erklärung als Ziel. Weiterhin wird systematisch geordnet, z.B. nach Auslöser, Zweck oder Art der wissenschaftlichen Messung bzw. nach Arten wissenschaftlicher Erklärungen wie Modelle oder Theorien, nach Entstehungsmerkmalen wie Kreativität, Logik und Vorstellungskraft. Im Vergleich zu anderen Studien fehlt die Verbindung zwischen Wissenschaft, Technik und Gesellschaft. Die Fähigkeiten, den Einfluss von Naturwissenschaft und Technik auf unsere Umgebung zu erkennen sowie die persönlichen Einstellungen zu den Naturwissenschaften werden nicht innerhalb dieses Kategoriensystems, sondern als separate Konstrukte erfasst (OECD, 2007).

### *Vorstellungen zur Natur der Naturwissenschaften*

Gegenstand der empirischen Forschung über die Natur der Naturwissenschaften sind u.a. Schülervorstellungen und Vorstellungen der Lehrer, der Einfluss von Lehrervorstellungen auf den Unterricht sowie der Schülervorstellungen auf das Lernen (z.B. Bartholomew et al., 2004; Carey et al., 1989; Driver et al., 1996; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; El Takach, 2005; Günther, 2006; Günther et al., 2004; Hofheinz, 2008; Höhle et al., 2004; Höttecke, 2001, 2007; Höttecke & Rieß, 2007a, 2007b; Kattmann et al., 1997; Khishfe, 2008; Leisner, 2005a; McComas, 1998a; Mikelskis-Seifert, 2002; Murcia & Schibeci, 1999; Smith et al., 2000; Sodian et al., 2002; Urhahne et al., 2008). Neben diesen Aspekten wird auch die Art der Messung der Vorstellungen und Effekte auf das Lernen diskutiert (Lederman, 2007; Lederman et al., 2002).

Zahlreiche Studien, die sich mit den Schüler-, Studenten- und Lehrervorstellungen zur Natur der Naturwissenschaften beschäftigten, dokumentierten überwiegend unangemes-

sene Vorstellungen zur Natur der Naturwissenschaften (Duit, 1997; Höhle et al., 2004; Höttecke & Rieß, 2007a; Lederman, 1992, 2007). Viele Schüler weisen beispielsweise eine naiv-realistische Sichtweise auf, d.h. sie gehen davon aus, dass die Naturwissenschaften die Wirklichkeit exakt abbilden (McComas, 1998a; Poth, 2009; Ryan & Aikenhead, 1992). Sie haben eine unangemessen Vorstellung zur „wissenschaftlichen Methode“ (Ryan & Aikenhead, 1992), bewerten Experimente und Daten als selbstevident und erachten „harte Fakten“ als wichtiger als soziale Aushandlungsprozesse (Driver et al., 1996). Ihr eigenes Lernverhalten ist eher passiv, da sie Lernen mehr als Wissenstransfer denn als aktive Konstruktion sehen. McComas (1998b) stellt in einer Übersicht wissenschaftstheoretische und epistemologische Lernervorstellungen vor, die besonders problematisch sind. Darunter fallen z.B. auch die beiden Vorstellungen: „Science models represent reality“ und „Evidence accumulated carefully will result in sure knowledge“. Bei Lehrern liegen teilweise ähnliche, unangemessene Vorstellungen vor (Duit, 2010; Abd-El-Khalick et al., 1998; Höttecke, 2007).

Die Ergebnisse der *Science and Engineering Indicators* (nach McComas, Clough, et al., 1998) weisen darauf hin, dass nicht nur Schüler und Lehrer, sondern der größte Teil der amerikanischen Bevölkerung keine angemessenen Vorstellungen von der Natur der Naturwissenschaften hat. Die Kompetenzen wurden operationalisiert mit vier Niveaustufen (Level 1-4). Beispielsweise erachten nur 2% das Aufstellen und Prüfen von Hypothesen als zentral (Level 1), 64% haben hingegen unangemessene Vorstellungen von der naturwissenschaftlichen Methode (Level 4). Für Deutschland liegen solche umfangreichen Studien zur Natur der Naturwissenschaften nicht vor, es ist jedoch davon auszugehen, dass auch in Deutschland ähnliche Vorstellungen bestehen.

### *Veränderung der Vorstellungen zur Natur der Naturwissenschaften*

Empirische Befunde zur Veränderung von Schülervorstellungen durch Lehrplanänderungen oder konkrete instruktionale Maßnahmen sind sehr heterogen und zeigen eher geringe Wirkungen des Unterrichts (Driver et al., 1996; Grosslight et al., 1991; Hofheinz, 2008; Lederman, 2007). Lederman (2007, S. 869) schließt aus seinem Literaturüberblick, dass expliziter Unterricht über die Natur der Naturwissenschaften vermutlich erfolgreicher sei als Unterrichtskonzepte, die die Natur der Naturwissenschaft nur implizit thematisieren. Mehrere Studien berichten über die Entstehung hybrider Vorstellungen (vgl. Kapitel 3.3.2), z.B. dass die Schüler weiterhin die Spekulation als wichtigen Teil der Erkenntnisgewinnung ablehnen, an einer empiristischen Haltung festhalten oder naturwissenschaftliches Wissen als gesichert und dauerhaft erachten (Höttecke, 2004; Meyling, 1990 nach Hofheinz, 2008; Leisner, 2005a).

Die von McComas, 1998b, S. 66) als Mythos herausgestellte Aussage: „Science models represent reality“ gehört einem Teilbereich der Natur der Naturwissenschaften an, der für die vorliegende Untersuchung von besonderem Interesse ist, da Molekülmodelle einen zentralen Inhalt der untersuchten Medienstation darstellen.

### 3.3.5. Lernen über Modelle und Modellbildung

Modelle können als Erkenntnisinstrumente und als Produkte des wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses betrachtet werden. Sie sind zentrale Elemente naturwissenschaftlicher Arbeit und des naturwissenschaftlichen Unterrichts, weshalb das Modellverständnis einen wichtigen Bestandteil eines adäquaten Wissenschaftsverständnisses darstellt (Driver et al., 1996; Günther, 2006). Das Modellverständnis kann zudem als Einstieg für die Entwicklung eines Wissenschaftsverständnisses verstanden werden (Leisner, 2005a).

In den folgenden Abschnitten wird zunächst eine Klärung des Modellbegriffs vorgenommen und verschiedene Modelltypen thematisiert. Anschließend werden grundlegende Dimensionen des Modellverständnisses und der Modellkompetenz vorgestellt. Allgemeine Lernervorstellungen zu Modellen und spezifische Vorstellungen zu Teilchenmodellen sowie mögliche Ursachen für die Entstehung dieser unangemessenen Lernervorstellungen werden im letzten Abschnitt erläutert.

#### *Modellbegriff und Kategorien*

Es existieren zahlreiche unterschiedliche Modellbegriffe, gemeinsam sind ihnen jedoch zwei Aspekte: der Abbildcharakter und das Verkürzungsmerkmal. „Modelle sind stets Modelle von etwas, nämlich Abbildungen, Repräsentationen natürlicher oder künstlicher Originale, die selbst wieder Modelle sein können“ (Stachowiak, 1973, S. 131). Unter Verkürzung versteht Stachowiak (1973, S. 132), dass: „Modelle [...] im allgemeinen nicht alle Attribute des durch sie repräsentierten Originals [erfassen], sondern nur solche, die den jeweiligen Modellerschaffern und/oder Modellbenutzern relevant scheinen“. Eng verbunden mit dem Verkürzungsmerkmal ist ein pragmatischer Aspekt, nämlich für wen, wann und wozu ein Modell erstellt wurde. Diese drei Merkmale entsprechen weitgehend der von Kircher (1995a, S. 97) vorgeschlagenen Definition: „Ein Modell M ist ein von einem Subjekt S für bestimmte Zwecke und für eine bestimmte Zeit benutzter bzw. geschaffener Gegenstand oder theoretisches Konstrukt M derart, dass zu bestimmten Elementen von M „Analogien“ zu Elementen des Objekts O bestehen“.

Je nach *erkenntnistheoretischer Perspektive* werden der Abbildcharakter und die Funktion naturwissenschaftlicher Modelle unterschiedlich bewertet (Leisner, 2005a). Diese erkenntnistheoretischen Perspektiven unterscheiden sich insbesondere in der Frage nach der Beschaffenheit oder Erkennbarkeit des „Originals“. Drei grundlegende ontologische Positionen können unterschieden werden (Günther, 2006; Mikelskis-Seifert, 2002): Realismus (Realität existiert unabhängig vom Betrachter), Idealismus (Realität ist abhängig vom Betrachter) und Pragmatismus (Realität ist in Bezug auf den Nutzen zu definieren). Im Rahmen dieser Studie wird die erkenntnistheoretische Perspektive des hypothetischen Realismus gewählt, wie er auch von Mikelskis-Seifert (2002) zur Erhaltung der Motivation der Schüler empfohlen wird. Im Modellbegriff des hypothetischen Realismus sind Modelle keine Abbilder einer Wirklichkeit, die bewiesen werden kann, sondern Modelle beschreiben gewisse Strukturen der Realität. Auch wird durch Experimente keine Annäherung an die Wahrheit gesucht, sondern geprüft, wie adäquat und erfolgreich die Modelle eingesetzt werden können (Nutzen). Im hypothetischen Realismus gilt naturwissenschaftliches Wissen als hypothetisch und auf einen Ausschnitt begrenzt. Der naturwissenschaftliche

Erkenntnis- und Modellbildungsprozess wird als zyklisch aufgefasst, als nie endendes Wechselspiel zwischen Modellwelt und Erfahrungswelt (Euler, 2010; Stachowiak, 1973).

Auf Grund der großen Spannweite des Modellbegriffs ist eine *Kategorisierung* notwendig. Stachowiak (1973) unterscheidet Demonstrationsmodelle (Veranschaulichung wenig anschaulicher Zusammenhänge), Experimentalmodelle (Ermittlung, Überprüfung von Hypothesen), Theoretische Modelle (Vermittlung von Erkenntnissen in logischer Form) und Operative Modelle (Entscheidungs- und Planungshilfe). Kircher (1995, 2010) erweitert diese Klassifikation mit Blick auf den Physikunterricht. Als Kriterien fungieren die Form der Realisierung, die Lernabsicht, die Nutzung und die Fachdisziplin (vgl. Abb. 4). Unter der Kategorie „gegenständliche Modelle im weiteren Sinne“ fasst der Autor gegenständliche Modelle im engeren Sinne (dreidimensionale Gegenstände), zweidimensionale bildhafte Darstellungen (ikonische Modelle) und symbolische Darstellungen. Auch theoretische Modelle im weiteren Sinne können gegenständlich, ikonisch oder symbolisch dargestellt werden. Theoretische Modelle werden von Kircher (1995, 2010) als Modellvorstellungen verstanden und umfassen Theorien, Hypothesen, Erklärungen, Voraussagen, vorläufige und fiktive Vorstellungen (auch i.S. von Lernervorstellungen).

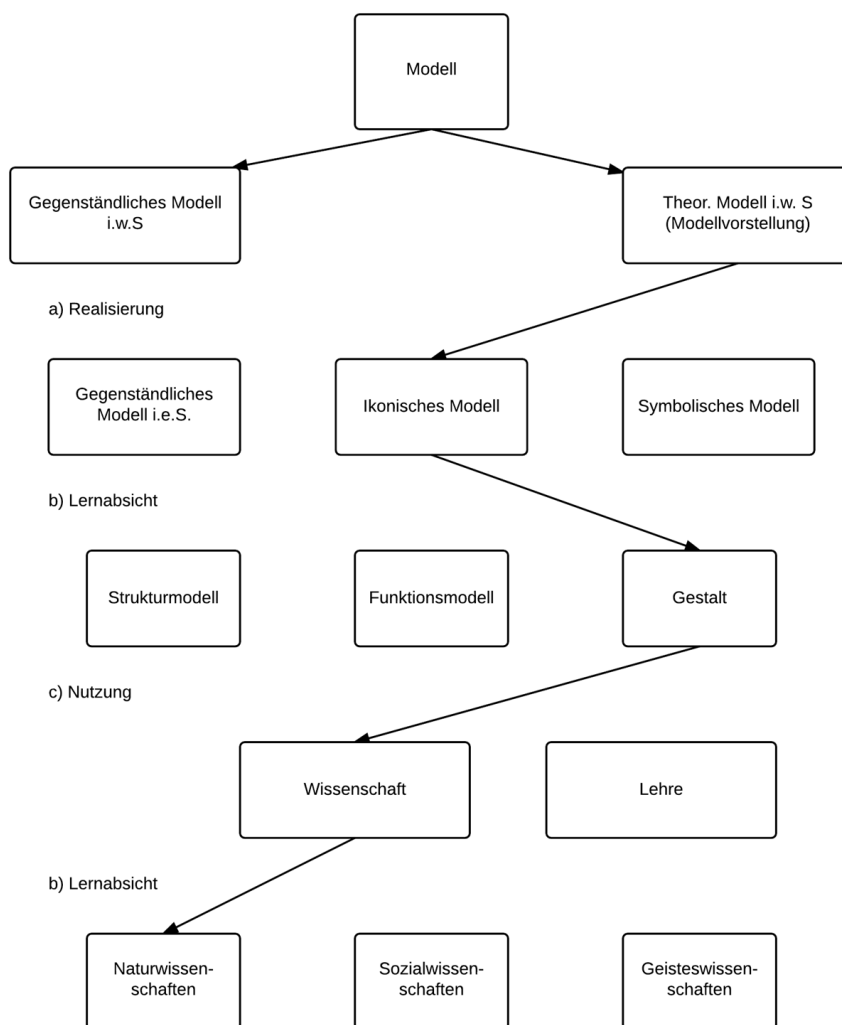


Abb. 3: Modellklassifikation von Kircher mit eingezeichnetem Beispiel (nach Kircher, 2010, S. 759)

Für den Vermittlungsprozess sind die gegenständlichen und ikonischen Modelle (Modell-konkretisierung) als Brücke zu den theoretischen Modellen und deren symbolischen Darstellungen von wesentlicher Bedeutung. Saborowski (2000) betont diesen Sachverhalt und erweitert aus diesem Grund das Modell-Subjekt-Objekt-Schema von Kircher (1995) um die Kategorie „Anschauungsmodell“. Das konkrete und vom Lernenden direkt erfassbare Anschauungsmodell weist zwar Analogien zum theoretischen Modell auf, jedoch nicht direkt zum Objekt selbst: Visuelle Modelle der Materie können dementsprechend als Modelle von Modellen aufgefasst werden (s.a. Jong & Taber, 2007). Die Konkretheit, Anschaulichkeit und teilweise die Begreifbarkeit von Anschauungsmodellen „[...] birgt die Gefahr, dass der Lernende doch direkt vom Anschauungsmodell auf die Objekte der Realität schließt und sich somit naiv-realistische Vorstellungen aneignet, ohne sich den hypothetischen Charakter der Modelle zu verdeutlichen“ (Günther, 2006, S. 26). Ein großes Potential, um dieser Gefahr der Identifikation von Modell und „Wirklichkeit“ ohne Verlust an Anschaulichkeit zu begegnen, sieht Saborowski (2000) in Computervisualisierungen. Saborowskis Einwand zielt darauf ab, dass Lernende Schwierigkeiten beim Umgang mit Modellen haben, die u.a. auf die Vermischung verschiedener Modellebenen zurückgeführt werden können. So gilt die unsaubere Trennung von makroskopischer, submikroskopischer und symbolischer Ebene als eine der Grundproblematiken des Lernens von Chemie (Jong & Taber, 2007). Die Fähigkeit zwischen diesen unterschiedlichen Ebenen zu trennen, ist eine Dimension der Modellkompetenz, auf die im nächsten Abschnitt eingegangen wird.

### *Modellkompetenz und Modellverständnis*

Unterschiedliche Kenntnisse und Fähigkeiten zum Arbeiten mit Modellen, Denken in Modellen und Reflektieren über Modelle sowie die Bereitschaft und Fähigkeit dieses Wissen einzusetzen, können unter dem Begriff Modellkompetenz zusammengefasst werden. Im Folgenden werden exemplarisch zwei Ansätze aus der Unterrichtsforschung, von Leisner und von der Forschergruppe um Upmeyer zu Belzen vorgestellt.

Leisner (2005a, 2005b) greift für ihre Definition von Modellkompetenz auf die Dreiteilung nach Gelman & Greeno (1989) zurück: *conceptual competence*, *procedural competence* und *utility competence*. Leisner bezeichnet die Modellkompetenz als „ein System aus Kenntnissen (deklaratives Wissen) und erlernbaren Fähigkeiten (prozedurales Wissen), die zur Disposition (Verfügbarkeit, Selbstständigkeitsgrad) des Lernenden führen, Anforderungen im Umgang mit naturwissenschaftlichen Modellen auf schulischem Niveau zu bewältigen“ (Leisner, 2005a, S. 58).



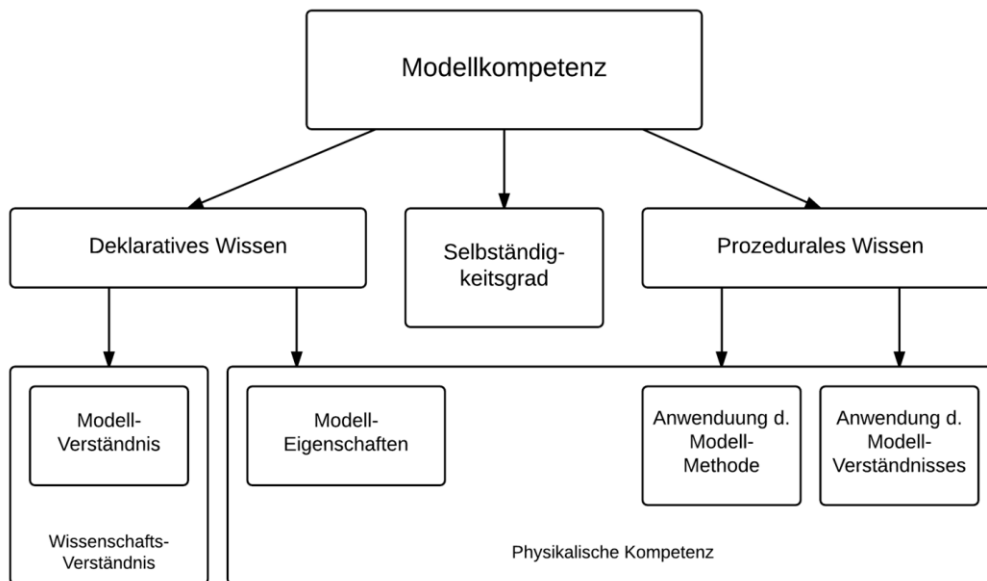


Abb. 4: Aspekte der Modellkompetenz und deren Einbettung, nach Leisner (2005, S. 7)

Unter deklarativem Wissen fasst Leisner (2005a) das Modellverständnis und die Modelleigenschaften. Beim Modellverständnis handelt es sich konkret um Kenntnisse über die Unterschiede zwischen Erfahrungswelt (Mesokosmos) und Modellwelt sowie über die Verschiedenheit von Alltags- und naturwissenschaftlichen Modellen. Die Modelleigenschaften umfassen deklaratives Wissen über konkrete Annahmen, Idealisierungen und Inhalte physikalischer Modelle. Dieses Wissen zählt zur physikalischen Kompetenz.

Das prozedurale Wissen bezieht sich auf die Fähigkeiten zur Anwendung des Modellverständnisses und der Modelleigenschaften. Dies beinhaltet die bewusste Unterscheidung zwischen Phänomen und Modell sowie zwischen Alltagsmodellen und naturwissenschaftlichen Modellen. Das prozedurale Wissen beschreibt außerdem die angemessene Auswahl, Anwendung und Bewertung naturwissenschaftlicher Modelle, im Problemlöseprozess und in der Reflexion über naturwissenschaftliche Modelle und das Modellieren.

Der Selbständigkeitsgrad folgt daraus, inwiefern die beiden Wissensformen in unterschiedlichen Situationen selbständig, angemessen und ergebnisorientiert angewendet werden. Modellkompetenz ist in Leisners Verständnis nicht per se domänenübergreifend, sondern entsteht auf Basis mehrerer domänenspezifischer Modellkompetenzen und Unterstützung der Transferfähigkeit.

Leisner-Bodenthien (2006) stellt eine Übersicht zum Modellverständnis vor, die unter Berücksichtigung von Forschungsarbeiten zum Wissenschaftsverständnis (Carey et al., 1989; Driver et al., 1996) und zum Modellverständnis (Grosslight et al., 1991; Justi & Gilbert, 2003) entstand. Das Modellverständnis umfasst demnach, dass:

- physikalische Modelle vom Menschen geschaffen werden (1),
  - wenn die Grenzen der direkten Wahrnehmung erreicht sind.
  - um (in ihrer Gänze) nicht beobachtbare Mechanismen/Objekte zu erklären, vorherzusagen und zu veranschaulichen.

- zur Modellentwicklung Spekulation, Intuition, Annahmen und Abstraktionen notwendig sind (2)
- Modelle zweckmäßig sind und nicht richtig oder falsch (3)
- physikalische Modelle hypothetisch und vorläufig sind (4)
- Modelle sich in der Community durchsetzen müssen (5)

Leisner-Bodenthien (2006, S. 94)

Leisner spricht damit fast alle von McComas, Clough, et al. (1998) genannten Aspekte der Natur der Naturwissenschaften an (vgl. Kapitel 3.3.4). Konkret bestehen Passungen mit den Bereichen Wissenschafts-Philosophie (Punkte 1, 4), -Soziologie (Punkt 3, 5), -Geschichte (Punkt 5) und -Psychologie (Punkt 2). Es wird deutlich, dass das Modellverständnis immer auch ein Verständnis für die Natur der Naturwissenschaften umfasst und, dass für die Vermittlung der Natur der Naturwissenschaften das Modellverständnis einen guten Ansatz darstellt.

Upmeier zu Belzen & Krüger (2010) formulieren einen eigenen Ansatz für die Modellkompetenz im Fach Biologie: „Modellkompetenz umfasst die Fähigkeiten, mit Modellen zweckbezogen Erkenntnisse gewinnen zu können und über Modelle mit Bezug auf ihren Zweck urteilen zu können, die Fähigkeiten, über den Prozess der Erkenntnisgewinnung durch Modelle und Modellierungen in der Biologie zu reflektieren sowie die Bereitschaft, diese Fähigkeiten in problemhaltigen Situationen anzuwenden“ (Upmeier zu Belzen & Krüger, 2010, S. 49). Die Autoren unterscheiden die beiden Dimensionen „Modellkenntnisse“ und „Modellbildung“, die jeweils in Teilkompetenzen untergliedert sind (vgl. Abb. 5). Die Kompetenzstruktur orientiert sich an Kategorien, die für den Bereich Modelle von zahlreichen Autoren beschrieben wurden (z.B. Boulter & Buckley, 2000; Crawford & Cullin, 2005; Grosslight et al., 1991; Harrison & Treagust, 2000a, 2000b; Justi & Gilbert, 2003). Um den Grad des Modellverständnisses zu bewerten, verwenden sie drei Niveau-Stufen.

Komplexität Teilkompetenz	<b>Niveau I</b>	<b>Niveau II</b>	<b>Niveau III</b>
KENNTNISSE ÜBER MODELLE			
<b>Eigenschaften von Modellen</b>	Modelle sind Kopien von etwas	Modelle sind idealisierte Repräsentationen von etwas	Modelle sind theoretische Rekonstruktionen von etwas
<b>Alternative Modelle</b>	Unterschiede zwischen den Modellobjekten	Ausgangsobjekt ermöglicht Herstellung verschiedener Modelle von etwas	Hypothesengeleiteter Vergleich verschiedener Modelle
MODELLBILDUNG			
<b>Zweck von Modellen</b>	Modellobjekt zur Beschreibung von etwas einsetzen	Bekannte Zusammenhänge und Korrelationen von Variablen im Ausgangsobjekt erklären	Zusammenhänge von Variablen für zukünftige neue Erkenntnisse voraussagen
<b>Testen von Modellen</b>	Modellobjekt überprüfen	Parallelsieren mit dem Ausgangsobjekt, Modell von etwas testen	Überprüfen von Hypothesen bei der Anwendung, Modell für etwas testen
<b>Ändern von Modellen</b>	Mängel am Modellobjekt beheben	Modell als Modell von etwas durch neue Erkenntnisse oder zusätzliche Perspektiven revidieren	Modell für etwas aufgrund falsifizierter Hypothesen revidieren

Abb. 5: Modellkompetenz im Biologieunterricht von Upmeier zu Belzen & Krüger, 2010, S. 53  
(links: Perspektive auf das Modellobjekt; mittig: Herstellungsperspektive; rechts: Anwendungsperspektive)

Die erste Dimension „Modellkenntnisse“ ist eng verwandt mit epistemologischen und ontologischen Aspekten des Wissenschaftsverständnisses. Die zweite Dimension „Modellbildung“ lässt sich im Bereich des wissenschaftlichen Denkens verorten. Anders als bei Leisner (2005a) wird bei Upmeier zu Belzen & Krüger (2010) das deklarative Wissen über die Prozesse der Modellbildung nicht in der Dimension „Kenntnisse über Modelle“ berücksichtigt, sondern nur indirekt über die Anwendung der Modellmethode („Modellbildung“). Modellkompetenz wird von Upmeier zu Belzen & Krüger (2010, S. 51ff.) entsprechend den beiden Dimensionen definiert als:

#### Dimension Kenntnisse über Modelle

- „Modelle als gegenständliche oder gedankliche Rekonstruktionen von etwas in einem von einem Subjekt bestimmten Herstellungsprozess zu verstehen,
- Modelle als Möglichkeitsformen zu verstehen, die deshalb zu alternativen Rekonstruktionen führen, weil der Herstellungsprozess oder die besondere Anwendungssituation vom Subjekt individuell bestimmt wird.“ (ebd. 51)

#### Dimension Modellbildung

- „Modelle als eine von einem Subjekt für einen bestimmten Zweck angelegte Rekonstruktion und damit als Ausgangsobjekte für eine Anwendung zu verstehen,
- Modelle in den zwei Perspektiven als Modell von etwas oder als Modell für etwas zu testen,
- Modelle wegen fehlender Güte aus der Herstellungsperspektive als Modell von etwas und aus der Anwendungsperspektive als Modell für etwas zu revidieren.“ (ebd. 52)

Die in beiden Modellen mit weitgehender Übereinstimmung als relevant identifizierten Aspekte (Realität, Multiplizität, Zweck, Überprüfung, Änderung, sozialer Kontext) werden als Grundlage herangezogen, um die Vorstellungen der Besucher zum Thema Modelle als eines der Themenbereiche der untersuchten Medienstation zu erfassen (vgl. Kapitel 6.1.3).

### *Vorstellungen zu Modellen*

Insbesondere im englischen Sprachraum wurden zahlreiche Studien zu Vorstellungen von Schülern, Studenten und Lehrern zur Natur der Modelle und der Modellbildung durchgeführt, die teilweise auf spezifische Modellinhalte bezogen sind (z.B. Chittleborough, 2004; Chittleborough et al., 2005; Chittleborough & Treagust, 2007; Criswell, 2011; Van Driel & Verloop, 1999; Flores-Camacho et al., 2007; Grosslight et al., 1991; Harrison, 1996; Justi & van Driel, 2005; R. Justi & Gilbert, 2002; Justi & Gilbert, 2003; Valanides & Angeli, 2008). In Deutschland wurden mit den Schulleistungstests auch für den Bereich Modelle Defizite aufgedeckt und in den letzten Jahren die Forschungsanstrengungen verstärkt (z.B. Bindernagel & Eilks, 2008; Leisner, 2005a; Meisert, 2008; Mikelskis-Seifert, 2002; Mikelskis-Seifert & Leisner, 2005; Reiners & Saborowski, 2000; Saborowski, 2000; Terzer & Upmeyer zu Belzen, 2007; Trier & Upmeyer zu Belzen, 2009; Upmeyer zu Belzen & Krüger, 2010; Saborowski 1997, 2000; Mikelskis-Seifert 2002; Mikelskis-Seifert & Leisner 2004; Leisner 2005; Mikelskis-Seifert et al. 2005; Terzer & Upmeyer zu Belzen 2007; Bindernagel & Eilks 2008; Meisert 2008; Trier & Upmeyer zu Belzen 2009). Viele dieser Studien stellten bei den Lernenden eine begrenzte Vorstellung von der Rolle von Modellen im Erkenntnisprozess und eine unangemessene erkenntnistheoretische Überzeugung zum Abbildcharakter der Modelle fest: „Die Schüler kommen mit einer gefestigten, naiv-realistischen Sichtweise in den Unterricht und sind anfangs nicht bereit, diese Sichtweise aufzugeben“ (Mikelskis-Seifert, 2002, S. 150). Vielfach wird von inkonsistenten Vorstellungen berichtet, die je nach Thema bzw. Aspekt abwechselnd naiv-realistisch, epistemologisch reflektierend oder konstruktivistisch sind (z.B. Van Driel & Verloop, 1999; Justi & Gilbert, 2003; Leisner, 2005a). Auch bei (angehenden) Lehrern wurden inkonsistente und unangemessene Vorstellungen zu Modellen festgestellt (z.B. Van Driel & Verloop, 1999; Günther et al., 2004; Justi & Gilbert, 2003; R. S. Justi & Gilbert, 2002).

Grosslight et al. (1991, S. 816) untersuchten das Schülerverständnis zu Modellen und fanden in allen untersuchten Bereichen unangemessene Vorstellungen:

- Modelle sind gegenständlich oder sichtbar (*kinds of models*),
- Modelle zeigen oder vermitteln Informationen über reale Dinge (*purpose of models*),
- unterschiedliche Modelle eines Gegenstands zeigen unterschiedliche Aspekte dieses Gegenstands (*multiple models*),
- Modelle können sich ändern, wenn die Realität sich ändert, die Modelle falsch sind oder neue Erkenntnisse gefunden werden (*changing a model*),
- Modell und Gegenstand sollen möglichst große Ähnlichkeit aufweisen (*designing and creating models*).

Die Studien von Meisert (2008) und von Trier & Upmeyer zu Belzen (2009) weisen hingegen auf ein stärker entwickeltes, differenzierteres Modellverständnis hin.

Ein unreflektierter Umgang mit Modellen im Unterricht kann ebenfalls zu unangemessenen Vorstellungen beitragen: Häufig werden verschiedene Modelle nicht als mögliche Denkalternativen präsentiert, sondern historisch-genetisch. Ohne expliziten Unterricht über Modelle kann dies die Lernenden dazu verleiten, unterschiedliche Modelle als sukzessive Annäherungen an die Wahrheit zu betrachten. Die fehlende sprachliche Differenzierung zwischen dem naturwissenschaftlichen Phänomen, dem theoretischen Modell und dem Anschauungsmodell erschwert den Lernenden zusätzlich die Trennung der Modellebenen und führt dazu, dass Anschauungsmodelle als Realität oder als exaktes Abbild der Realität betrachtet werden, insbesondere wenn es sich um sinnlich nicht wahrnehmbare Phänomene wie Atome handelt (Mikelskis-Seifert, 2002).

Inkonsistente und unangemessene Vorstellungen können jedoch auch auf Mess- und Interpretationsprobleme zurückgeführt werden, wenn z.B. durch unpräzise Itemformulierung gar nicht das beabsichtigte Konstrukt (naturwissenschaftliche Modelle vs. Alltagsmodelle) gemessen wird, wenn von der Ablehnung einer hypothetisch-realistischen Sicht auf die Zustimmung zu einem naiven Realismus geschlossen wird, oder wenn das Modellverständnis domänenübergreifend und nicht spezifisch erfasst wurde (Leisner, 2005a). Leisner geht auf Grund der Forschungsergebnisse zum Wissenschafts- und Modellverständnis sowie zum metakonzeptuellen Bewusstsein von einer Bereichsspezifität der Modellkompetenz und des Modellverständnisses aus. Während diese in der Sekundarstufe I noch recht konsistent sind, treten bei älteren Schülern, Studierenden oder erwachsenen Laien inkonsistente Vorstellungen und hybride epistemologische Ansätze auf, die zudem vom Themengebiet und der Art der Befragung abhängen. Auch wenn Leisner nicht ausschließt, dass Lernende sich eine domänenübergreifende Modellkompetenz aneignen können, erachtet sie eine themenspezifische Erfassung des Modellverständnisses und der Modellkompetenz als äußerst wichtig.

Im folgenden Abschnitt werden Modellvorstellungen betrachtet, die sich auf ein nicht sinnlich wahrnehmbares Phänomen beziehen, die Teilchenstruktur der Materie, die einen Themenbereich der untersuchten Medienstation darstellt.

### *Vorstellungen zur Teilchenstruktur der Materie*

Das Lernen über die Teilchenstruktur der Materie, d.h. die Aneignung von Kenntnissen sowohl im Bereich Chemie als auch in der Atom- und Quantenphysik, stellt ein wichtiges Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts dar.

Schülervorstellungen zu Teilchen und Atomen werden seit Beginn der 1990er verstärkt untersucht. Viele empirische Befunde verdeutlichen unangemessene Vorstellungen auf der Metaebene, d.h. zum Modellcharakter der Teilchen/Atome. Die Lernenden haben naiv-realistische Sichtweisen auf die Beziehung zwischen Phänomen und gegenständlichem Modell, die teilweise inkonsistent oder widersprüchlich erscheinen (Chittleborough et al., 2005; Develaki, 1998; Duit et al., 2007; Harrison & Treagust, 1996; Jong & Taber, 2007; Mikelskis-Seifert, 2002; Seifert et al., 1999; Sprotte & Eilks, 2008).

Besonders häufig genannte unangemessene Vorstellungen sind die folgenden:

- Atome und Modelle von Atomen sind Abbilder der Realität (unangemessene ontologische Vorstellung)
- Atome sind kugelförmig, haben eine Temperatur, Farbe und eine harte Schale (unangemessene Übertragungen von Makro- auf Mikroebene; Vermischung von Phänomen und Modell).
- Durch Reibung hört die Teilchenbewegung irgendwann auf (unangemessene Übertragungen von Makro- auf Mikroebene)
- Zwischen Teilchen eines Stoffs sind kleinere Teilchen desselben Stoffs, z.B. Wasser zwischen Wasserteilchen (unangemessene Kontinuumsvorstellung).
- Es befindet sich Luft zwischen den Teilchen eines anderen Stoffs („Horror vacui“).

(Duit, 2010; Mikelskis-Seifert, 2002)

Die Lernervorstellungen erweisen sich als hartnäckig und die Bemühungen im Unterricht nicht immer als erfolgreich. So konstatiert Duit (2010, S. 623): „Auch nach mehrjährigem Physikunterricht, in dem versucht worden ist, den Schülern dieses Modell [das Teilchenmodell] nahe zu bringen, ist die erreichte Konzeptänderung von den vorunterrichtlichen Alltagsvorstellungen zu den wissenschaftlichen Vorstellungen eher bescheiden.“ Mikelskis-Seifert (2002) berichtet zwar von signifikanten, positiven Veränderungen durch einen Unterricht über Modelle, gleichzeitig bestehen bei der Mehrheit der Schüler weiterhin unangemessene und inkonsistente Metakonzepte. Dies entspricht weitgehend den Erfahrungen aus dem Bereich der Chemiedidaktik, von denen De Jong & Taber (2007) berichten.

Als Ursachen für die berichteten Fehlvorstellungen werden in der Forschungsliteratur verschiedene Ansätze diskutiert, die unter inhaltlichen, lernerbedingten und unterrichtsbedingten Aspekten zusammengefasst werden können.

Inhaltliche Schwierigkeiten: Das Lernen über Teilchen, Atome und Moleküle macht die Einführung in eine submikroskopische Modellwelt notwendig, da diese Entitäten nicht direkt wahrnehmbar sind und Eigenschaften besitzen, die keine Entsprechung im Mikro- und Makrokosmos haben. Im Unterricht müssen dementsprechend Modelle der Materie als Gedankenkonstrukte eingeführt werden, „[...] die sich weder aus der Beobachtung gewinnen noch an ihr verifizieren lassen“ (Mikelskis-Seifert, 2002, S. 26). Für erfolgreiches Lernen ist es notwendig, mentale Modelle dieser nicht sichtbaren Entitäten zu konstruieren und gleichzeitig ein generelles Verständnis für Modelle zu entwickeln (Duit et al., 2007). Es sind deshalb Veränderungen von Vorstellungen auf mehreren Ebenen, d.h. multiple Kontextwechsel notwendig. Dies erklärt, weshalb das Lernen von Naturwissenschaften und die Veränderung von Vorstellungen so schwer zu erreichen sind.

Lernerbedingte Schwierigkeiten: Lernende sind sich ihren ontologischen und epistemologischen Annahmen, ihren impliziten Repräsentationen und der Widersprüchlichkeit ihres Wissens häufig gar nicht bewusst (vgl. Kapitel 3.3.2). Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn metakonzeptuelle und metakognitive Defizite bestehen (Krüger, 2007; Schnotz, 1998; Vosniadou & Ioannides, 1998). Zwar bestanden in einer Studie von Fischer & Peuckert (1999) auch bei Lernenden mit ausgeprägtem metakonzeptuellem Bewusstsein Mängel im Modellverständnis und dem makroskopischen Denken. Sie stellten

aber auch fest, dass beim Lernen über Atome „vor allem ontologische und epistemologische Sensibilität eine Rolle spielt, in dem sie darüber entscheidet, ob makroskopische Denkweisen zum Tragen kommen“ (S. 17, zitiert nach Leisner, 2005a, S. 53).

Unterrichtsbedingte Schwierigkeiten: Die Notwendigkeit der Modellbildung wird häufig mit der Kleinheit der Atome begründet, die man nicht mit dem Auge oder dem Lichtmikroskop sehen kann. Die Unanschaulichkeit der atomaren und subatomaren Entitäten liegt jedoch nicht in ihrer Kleinheit, sondern in ihrer prinzipiellen Andersartigkeit, die in Schulbüchern meist nicht zur Begründung herangezogen wird (Mikelskis-Seifert, 2002). Zu häufig wird nicht explizit thematisiert und von den Schülern realisiert (Driver et al., 1996; Mikelskis-Seifert, 2002), dass es sich bei den zu lernenden Konzepten um Modelle handelt, die sich von den Anschauungsmodellen, die zur Unterstützung des Lernprozesses eingesetzt werden, prinzipiell unterscheiden – visuelle Modelle der Materie sind Modelle von theoretischen Modellen (Jong & Taber, 2007). Diese Modellkonfusion, d.h. die unsaubere Trennung von makroskopischer, submikroskopischer und symbolischer Ebene ist eine der Grundproblematiken des Lernens von Chemie, gilt aber generell für Lernen von Naturwissenschaften. Erschwerend kommt hinzu, dass sowohl im Physik- als auch im Chemieunterricht mehrere Teilchen-, Atom- und Molekülmodelle eingeführt werden und dass deren Zusammenhänge und Unterschiede meist nicht explizit diskutiert werden (Jong & Taber, 2007; Mikelskis-Seifert, 2002). Didaktische Prinzipien wie Analogiebildung oder Veranschaulichungs-Methoden lassen sich zur Vermittlung angemessener Teilchenvorstellungen nicht ohne weiteres einsetzen, da mit einer größeren Anschaulichkeit auch die Gefahr der Übertragung unerlaubter makroskopischer Eigenschaften auf die submikroskopischen Modellobjekte steigt (Duit et al., 2007; Mikelskis-Seifert, 2002).

Ein großes Potential, um der Gefahr der Identifikation von Modell und Wirklichkeit zu begegnen, sieht Saborowski (2000, S. 70f.) in Computervisualisierungen, deren Vorzüge er sinngemäß folgendermaßen zusammenfasst:

Virtuelle Modellkonkretisierungen:

- stellen neuartige Darstellungsmöglichkeiten zur Verfügung, die nicht an materielle Realisierungen gebunden sind,
- ermöglichen flexiblere Modelle und damit eine erhöhte Flexibilität im Modelldenken,
- verlassen den direkten, greifbaren Wahrnehmungsraum und erlauben dennoch Anschaulichkeit und Handhabbarkeit,
- machen den „erschaffenen“ Charakter der Modelle deutlich und verstärken das Bewusstsein für Modelle als hypothetische Konstrukte.

Diese potentiellen Vorzüge, die mit virtuellen Modelldarstellungen verbunden werden, entsprechen in Teilen der Konzeption der untersuchten Medienstation „Die Welt der Moleküle“, die im nächsten Kapitel vorgestellt wird.

## **Untersuchungsobjekt Medienstation „3D-Moleküle“**

Bei der untersuchten Medienstation handelte es sich um einen Prototyp einer Medienstation für das Zentrum Neue Technologien. Dieser wurde von Dr. Birte Hauser, der damaligen Kuratorin für *Life Sciences* konzipiert, von Charlotte Kaiser (Studio Kaiser Matthies) programmiert und die Realisierung von Dr. Annette Noschka-Roos (Leiterin der Hauptabteilung Bildung) und der Autorin didaktisch begleitet.

### **4.1. Didaktische Ziele**

#### **4.1.1. Ziele des „Zentrums Neue Technologien“ im Deutschen Museum**

Das Zentrum Neue Technologien (ZNT) ist eine Abteilung des Deutschen Museums in München, die aktuellen Themen aus Naturwissenschaft und Technik eine Plattform bietet. In der Kernaussstellung wird dabei ein Schwerpunkt auf die interdisziplinäre Darstellung der Nano- und Biotechnologien gelegt, zwei Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts. Beiden ist gemeinsam, dass sie den mikroskopischen und submikroskopischen Größenbereich, d.h. die Ebene von Atomen und Molekülen erforschen und in der Gesellschaft Diskussionen zu Risiken und Chancen provozieren. Neben der Präsentation aktueller wissenschaftlicher Errungenschaften, der historischen Entwicklung sowie Perspektiven für die Zukunft stellen deshalb der Prozess der Forschung, ihr offener und kontroverser Charakter sowie ihre Verflechtungen mit Politik, Wirtschaft und Gesellschaft weitere Vermittlungsziele dar. Das Zentrum Neue Technologien greift Forderungen nach einer Vermittlung von Kenntnissen über Wissenschaft und ihre Prozesse auf und verfolgt damit einen *Public Understanding of Research*-Ansatz (vgl. Kapitel 2.1.3, s.a. Kapitel 3.1.2 Ecological Framework). Auf etablierte Präsentationsformen für Wissenschaft, ihre Prozesse und Bedingungen konnte das ZNT dabei nur bedingt zurückgreifen, da sich die objektzentrierten, technikorientierten Museen erst nach und nach auf die Präsentation wissenschaftlicher Theorien, Prozesse, Ideen und kultureller Bedingungen der Wissensproduktion einstellen. Diesem Handlungsbedarf entsprechend wurde das ZNT als Ausstellungs-Entwicklungs-Projekt mit Vorlauf-, Begleit- und Folgeforschung verstanden, und daraus resultiert auch die Zusammenarbeit zwischen den Ausstellungskuratoren und dem Forschungsprojekt „Lernen im Museum – die Rolle von Medien für die Resituierung von Exponaten“ sowie Folgeprojekten.

Der Forschungsgegenstand der Nano- und Biotechnologie selbst ist nicht unmittelbar sichtbar und erfahrbar und von prinzipieller Andersartigkeit als die makroskopische Umwelt. Die Forscher arbeiten mit theoretischen und visuellen Modellen der atomaren und molekularen Welt. Ein Ziel des ZNT ist es, diese Hilfsmittel der Forscher (Modelle, Visualisierungen) zu thematisieren, die von den Ausstellungskuratoren wiederum als Medien der Informationsvermittlung eingesetzt werden. Dieser Zielstellung folgte beispielsweise die Medienstation mit dem Arbeitstitel „3D-Moleküle“.



#### 4.1.2. Ziele der Medienstation

Die Zielsetzung der Medienstation wird im Folgenden aus dem Blickwinkel ihrer Funktion in der Dauerausstellung des ZNT und dem Bereich „Auf die Form kommt es an: Molekulare Form ist Funktion!“ betrachtet. Bestehend aus einem „Maschinen-Park“, in dem große abstrakte molekulare Modelle „arbeiten“, stellt der Ausstellungsbereich „Auf die Form kommt es an“ grundlegende Struktur-Funktions-Zusammenhänge auf molekularer Ebene dar und verdeutlicht die Abhängigkeit der Funktion von Molekülen von ihrer Form. Die Endversion der Medienstation ist in diesen Maschinen-Park integriert und fungiert als Einführung und Kontextualisierung der präsentierten Molekülmodelle. Neben der Präsentation von Informationen über den Form-Funktions-Zusammenhang, bzw. das Prinzip des molekularen Erkennens und Bindens, ist ein weiteres grundlegendes Ziel der Medienstation, den Modellcharakter aller Moleküldarstellungen deutlich zu machen und deren Entstehung aus Messdaten zu erklären.

Mit der Medienstation werden von der Kuratorin Dr. Birte Hauser (2007) explizit drei Vermittlungsziele verfolgt:

1. „wie Wissenschaftler aus Messdaten Informationen über den Aufbau von Molekülen gewinnen,
2. wie verschiedene Aspekte des molekularen Aufbaus mit unterschiedlichen Modellen dargestellt werden können,
3. wie der Aufbau eines Moleküls dessen Funktion bestimmt.“

Diese abstrakten Zielstellungen werden jeweils anhand eines relativ bekannten Moleküls, eines Antikörpers, konkretisiert.

Die von der Kuratorin verfolgten Ziele entsprechen nicht einer einzelnen Kernbotschaft, sondern drei nebeneinander stehenden Teilbotschaften. Deren Beziehung untereinander wird nicht explizit herausgestellt, die thematische Integration ist zumindest teilweise vom Lernenden zu leisten, was zu einer erhöhten kognitiven Belastung führen kann (Kozma, 2003). Der Aufbau der Station in einzelne Segmente kommt einer selektiven, partiellen Nutzung, d.h. der gängigen Nutzungspraxis von Museumsbesuchern, entgegen.

Die von der Kuratorin formulierten Ziele decken sich mit mehreren Aspekten, die für ein angemessenes Modellverständnis als relevant erachtet werden, wie Konstruktion oder Zweck von Modellen (vgl. Kapitel 3.3.5). Der Zusammenhang von Modell und Realität, die Überprüfung und Veränderlichkeit von Modellen sowie die Notwendigkeit einer Anerkennung innerhalb einer Community wird jedoch nicht konkret behandelt, sondern nur durch die Erklärung des Entstehungsprozesses von Modellen sowie über die Gegenüberstellung verschiedener Modelldarstellungen angedeutet. Dieser indirekte Vermittlungsansatz, bei dem die Besucher teilweise implizite Botschaften verstehen müssen, ist entsprechend der Befundlage (z.B. Leisner, 2005a) weniger geeignet, um eine Stärkung des Modellverständnisses zu erreichen.

Bezieht man diese Ziele auf das in Kapitel 2.1.2 vorgestellte AEIOU-Prinzip von Burns et al., (2003) werden nicht all dessen Aspekte explizit adressiert. Die Ziele **A**wareness, **E**njoyment, **I**nterest und **O**pinion, also Naturwissenschaft und Technik bekannt zu machen, dafür zu sensibilisieren, Interesse und Freude daran zu wecken und die Auseinandersetzung mit ihr anzuregen sowie positive Einstellungen und die Entwicklung eines Stand-

punkts gegenüber Forschung und Wissenschaft zu fördern, werden von der Kuratorin nicht explizit benannt. Sie stellen aber grundlegende Ziele des Museums und der Ausstellung Nanotechnologie und damit den Hintergrund der Medienstation dar (vgl. Breitsameter et al., 2009). Vor allem die Ziele 1 und 2 der Kuratorin entsprechen dem Punkt **Understanding of Science** bei Burns et al. (2003, S. 190): Kenntnisse und Verständnis für grundlegende naturwissenschaftliche Theorien und Phänomene sowie Verständnis für Forschungsprozesse und Methoden und den Charakter wissenschaftlichen Handelns und Wissens fördern. Die spezifische Förderung des Verständnisses für die soziale Eingebundenheit von Wissenschaft sowie für Wirkungen und Rückwirkungen auf die Forschung sind hingegen kein Ziel der Medienstation. Ebenso wenig der Dialog mit der Bevölkerung und die Partizipation an Diskussionen. Dies wird an anderer Stelle, beispielsweise mit einer Medienstation zum Thema „Genetische Tests“ umgesetzt. Auch wenn man die *Generic Learning Outcomes* oder den Ecological Framework betrachtet (vgl. Kapitel 3.1.2), wird deutlich, dass nur ein Teil möglicher Effekte der Medienstation verbalisiert wurden: Im Gegensatz zu den ausformulierten kognitiven Zielstellungen der Medienstation wurden keine vergleichbaren Ziele für den motivationalen, den emotionalen Bereich, die Einstellungen und für das nachfolgende Verhalten formuliert. Auch die Entscheidung für den Einsatz der multimedialen Elemente wurde nicht schriftlich dargelegt.

## **4.2. Umsetzung**

### **4.2.1. Standort des Prototyps**

Die Medienstation wurde vor der Eröffnung der Abteilung „Zentrum Neue Technologien“ prototypisch realisiert, um Untersuchungsergebnisse, im Sinne einer formativen Evaluation, in die Gestaltung der Station einfließen zu lassen. Da es für die Studienergebnisse grundlegend war, dass die Nutzung der Medienstation einer möglichst „natürlichen“ Besuchssituation entspricht, kam eine Insel-Lösung mit Experiment-Charakter nicht in Frage. Der Prototyp sollte deshalb in einen Ausstellungskontext integriert werden. Als Standort wurden verschiedene Möglichkeiten diskutiert, ausprobiert und schließlich der Eingangsbereich der Chemieabteilung als Untersuchungsort gewählt (vgl. Abb. 6). Hierfür ausschlaggebend war die inhaltliche Nähe der Medienstation zur Abteilung Chemie und im Speziellen zum Abteilungssegment „Biochemie“. An einem vorher getesteten Standort war der fehlende Bezug negativ aufgefallen. Die Eingangs- bzw. Ausgangssituation an dieser Stelle zog jedoch nach sich, dass der Gestaltungsaufwand für die zunächst relativ unauffällig in eine Wandnische integrierte Medienstation deutlich erhöht werden musste. Verdeckte Beobachtungen der Besucher hatten aufgezeigt, dass die Attraktivität (*attracting power*) der Medienstation relativ niedrig war. Farbliche Akzente, eine verbesserte Beleuchtung, ein hängendes Exponat sowie eine Überschrift zur inhaltlichen Orientierung (*advance organizer*; Ausubel, 1960; Hein, 1998) wurden auf Grund dieser ersten evaluativen Befunde realisiert.

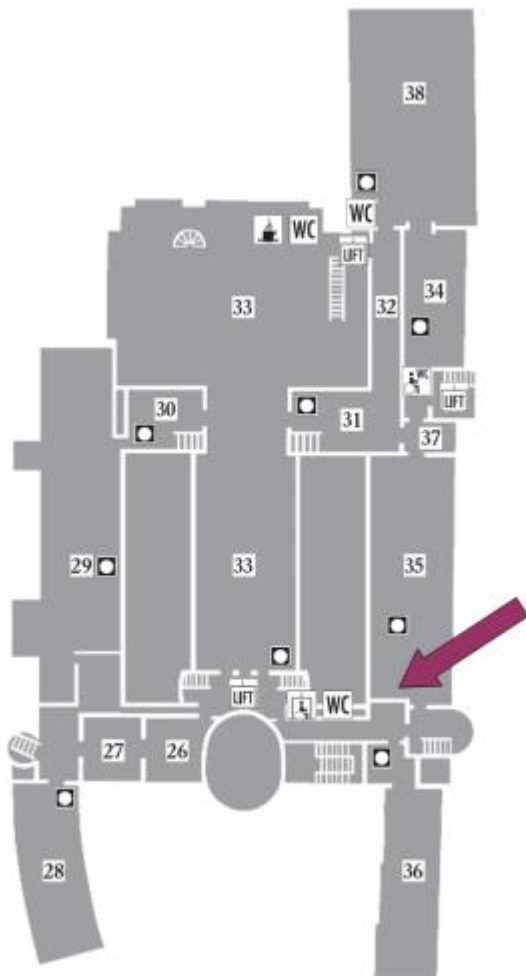


Abb. 6: Standort in der Chemieabteilung (Orientierungsplan Deutsches Museum)

#### 4.2.2. Gestaltung und Medien des Ausstellungssegments

Der Prototyp setzte sich aus einem autostereoskopischen Display, einem Touchscreen und zwei originalen Forschungsmodellen von 1976 zusammen und wurde flankiert von einem hängenden Antikörper-Modell aus Metall, das in der eröffneten Ausstellung animiert zu sehen ist. Auf Grund der relativ einfach gehaltenen Gestaltung des Prototyps, die sich von anderen Ausstellungen des Deutschen Museums abhob, wies eine Texttafel auf die prototypische Realisierung zu Forschungszwecken, die zukünftige Ausstellung des ZNT sowie auf die finanzielle Förderung durch den Freundes- und Förderkreis des Deutschen Museums und die Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz hin. Die Ausstellungseinheit wurde mit einer Überschrift versehen, um den Besuchern die thematische Einordnung der Station im Sinne eines *advance organizers* zu erleichtern. Der recht allgemeine Titel „Die Welt der Moleküle“ wurde auf Grund der breiten Thematik der Medienstation gewählt.



Abb. 7: Prototypische Medieneinheit „3D-Moleküle“ (Fotolabor Deutsches Museum)

### *Originalexponate*

Zu beiden Seiten des Touchscreens wurde jeweils ein Objekt eingelassen, das mittels Objekttext erläutert und grün hinterleuchtet wurde. Bei den beiden Originalexponaten handelte es sich um Molekülmodelle aus Plexiglas, die dem Labor des Nobelpreisträgers Prof. Robert Huber entstammen. Dieser untersuchte mit Hilfe der Röntgenstrukturaufklärung den Aufbau und die Struktur von Antikörpern bzw. deren Arme (Fab-Fragmente). Die aus den wissenschaftlichen Experimenten entstandenen Plexiglasscheiben wurden übereinander gestapelt, so dass ein dreidimensionaler Eindruck des Moleküls entsteht. Ein Exponat zeigt das Rückgrat des Proteins, das andere die Elektronendichte, d.h. die Lage der Elektronen. Entsprechend der Modellklassifikation von Kircher (1995; vgl. Kapitel 3.3.5) handelt es sich um naturwissenschaftliche, strukturelle Modelle mit gegenständlicher Realisierung, die auf experimentellen Daten beruhen.

Riefen die Nutzer der Medienstation Informationen zu diesen beiden Exponaten ab, wurde das entsprechende Exponat heller beleuchtet. Diese Unterstützung der Aufmerksamkeitssteuerung wurde eingeführt, nachdem erste Ergebnisse auf Probleme mit der Bedienung der Station hindeuteten: die zunächst eingesetzten Pfeile wurden nicht als Hinweise für die Betrachtung des Exponats, sondern als Buttons missverstanden. Neben dieser visuellen Leitung wurde auch die durch gesprochene Hinweise unterstützte Orientierung auf das Display oder auf eines der beiden Objekte verstärkt.



Abb. 8: Modelle aus der Forschung von Prof. R. Huber: Aufbau und Struktur von Antikörpern (Fotolabor Deutsches Museum)

### *Antikörperskulptur*

In dem oben beschriebenen Ausstellungsbereich „Auf die Form kommt es an“ des ZNT werden bewegte Moleküle in extrem vergrößertem Maßstab präsentiert. Sie sollen den Besucher verblüffen und zum Staunen über die raffinierten Formen und Funktionen bringen. Die Kuratoren haben sich bei diesen Molekülmodellen gegen eine bekannte Darstellungsform zur Verdeutlichung des Aufbaus und Zusammenhalts von Molekülen entschieden, da diese beim Betrachter häufig unangemessene Vorstellungen wie den Eindruck fester Atomkugelhäufen und der „Realitätstreue“ entstehen lassen. Die präsentierten Molekülmodelle aus Formetal™ haben hingegen eine künstlerische und gleichzeitig maschinelle Anmutung und machen dadurch sowohl den künstlichen Charakter aller Modelle als auch die Funktionalität der Moleküle sichtbar. Im Gegensatz zu den beiden Originalexponaten handelt es sich bei der Antikörperskulptur um ein für die Vermittlung erstelltes, strukturelles, gegenständliches Modell (vgl. Kapitel 3.3.5).

Ein vorab durch die Werkstätten des Deutschen Museums realisiertes Antikörpermodell ergänzte die prototypische Medienstation. Anders als in der späteren Ausstellung im ZNT, war dieses Modell nicht bewegt. Durch das zusätzliche Exponat konnte die Attraktivität der Station und die Vergleichbarkeit mit der endgültigen Ausstellung erhöht werden.



Abb. 9: Antikörperskulptur (Fotolabor Deutsches Museum)

## Autostereoskopisches Display

Auf einem autostereoskopischen Bildschirm der Firma Newsight wurden verschiedene Modelldarstellungen von Molekülen gezeigt. Autostereoskopische Multiview-Displays haben den Vorteil, dass für die Wahrnehmung des 3D-Bildes keine Brille benötigt wird und mehrere Personen gleichzeitig das Bild wahrnehmen können. Unterschiedliche Ansichten einer 3D-Szene oder Gegenstands werden gefilmt oder generiert, in einer Ansicht kombiniert und mit einem speziellen holographischen Linsenfilter, der auf dem Bildschirm angebracht ist, in unterschiedliche Richtungen abgestrahlt. Grundlegende Wahrnehmungsprinzipien des menschlichen Sehens wie die binokulare Parallaxe (unterschiedliche Blickwinkel der Augen) und die Bewegungsparallaxe (Veränderung des Bildes bei Bewegung) werden von der eingesetzten Displaytechnik berücksichtigt. Je mehr unterschiedliche Ansichten einer Szene zur Verfügung gestellt werden, desto realitätsnäher ist der 3D-Eindruck beim Betrachter, wenn dieser den Kopf bewegt. Bei dem eingesetzten Display der Firma Newsight handelte es sich um acht verschiedene Ansichten. Es werden jedoch keine 360°-Ansichten dargestellt, sondern identische 3D-Ansichten wiederholt, so dass mehrere Betrachter einer 3D-Darstellung dieselbe Szene sehen, also nicht wie in Realität gänzlich unterschiedliche Blickwinkel auf das Objekt haben.

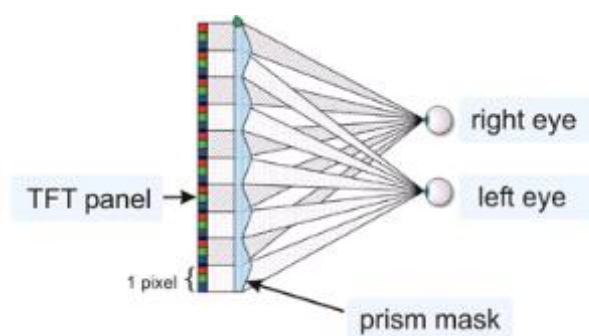


Abb. 10: Schematische Darstellung eines autostereoskopischen Displays (See Real Technologies)

Je nach gewähltem Menü wurden Modelle von Antikörper-Armen, des ganzen Antikörpers oder der DNA gezeigt. Das Display wurde teilweise wie ein klassisches 3D-Display eingesetzt, für den Themenbereich Modelle jedoch die 3D-Technik anders genutzt, um gleichzeitig zwei unterschiedliche Darstellungen ein und desselben Moleküls zu zeigen (Overlay-Darstellung). Wählte der Nutzer den Menü-Bereich „Darstellung“, wurden immer zwei Darstellungen gleichzeitig gezeigt und zwar so, dass der Besucher durch eine leichte Bewegung des Kopfs oder des Körpers entweder das eine oder das andere Modell zu sehen bekam, während er dazu Erläuterungen erhielt. Diese außergewöhnliche Nutzung eines autostereoskopischen Displays entstand in Kooperation mit dem Institut für Wissensmedien IWM in Tübingen, im Rahmen des Projekts „Lernen im Museum“. Am IWM führte Dr. Markus Huff wahrnehmungspsychologische Studien durch und untersuchte die kognitive Wirkung dieser neuen Overlay-Darstellungen für die Informationsintegration beim Chemielernen (Bauhoff et al., 2008; Huff & Schwan, 2011).

In der untersuchten Medienstation wurde das 3D-Display zur Steigerung der Attraktivität durch dessen technologische Neuheit, vor allem aber zur Realisierung didaktischer Zielstellungen eingesetzt. Die Kuratorin verband mit der Verwendung der neuen 3D-Technik insbesondere das Ziel, die Unterschiede und Ähnlichkeiten zwischen den verschiedenen

Modelldarstellungen im direkten Vergleich hervorheben zu können. Mit der Vorgabe im Menü „Modelle“ nie eine Darstellungsform allein auf dem Display darzustellen, sollte zudem der Eindruck vermieden werden, dass es eine „wahre“ oder „richtige“ Darstellung des Moleküls geben könnte. Ein weiterer Vorteil digitaler Modelle besteht in ihrem ikonischen Charakter (vgl. Kircher, 1995b; Kircher et al., 2010b; Kapitel 3.3.5). Moleküle können in ihrer Raumausdehnung präsentiert werden, ohne sie materiell realisieren zu müssen und in den realen Raum der Phänomene zu übertragen. Damit wird eine unangemessene Verbindung zwischen Realitäts- und Modellbereich vermieden und der Modellcharakter verstärkt (Kozma et al., 1997; Saborowski, 2000). Die Trennung von makroskopischer, (sub-)mikroskopischer und symbolischer Ebene, die für das Lernen von Chemie fundamental ist, ist dadurch für den Lernenden deutlicher (Kozma et al., 1997).

### *Informationsvermittlung und Informationsabruf*

Ein Touchscreen diente als Bedienoberfläche der Medienstation, der außerdem zur Präsentation von Animationssequenzen genutzt wurde. Auf Grund der verteilten, starken visuellen Reize durch die Originalobjekte, den 3D-Bildschirm und die auf dem Touchscreen präsentierten Animationen, fiel die Wahl auf eine auditive Präsentation der kontextualisierenden Informationen. Dieses Vorgehen erlaubt es, die kognitive Belastung der Lernenden zu reduzieren, indem verschiedene medienpsychologische Effekte (insbesondere *Split-Attention* Effekt, *Modality* Effekt; vgl. Mayer, 2001; Mayer & Moreno, 1998; Schnotz & Bannert, 2003) vermieden werden. Um den Split-Attention Effekt und den Cognitive Load (Chandler & Sweller, 1991) weiter zu reduzieren und den Besuchern die Aufmerksamkeitssteuerung zu erleichtern, wurden jeweils kleine Hinweise und Handlungsanweisungen am Beginn der kurzen Erklärungen eingefügt, z.B. „Schauen Sie auf den 3D-Bildschirm und bewegen Sie sich etwas hin und her“. Wurden die Originalexponente thematisiert, war das entsprechende Objekt heller beleuchtet. In vorangegangenen Besucherbeobachtungen und Befragungen zur ersten Fassung des Prototyps war deutlich geworden, dass die Nutzer häufig nicht die aktuell relevanten visuellen Darstellung betrachteten, zu der sie Informationen abriefen und somit auditive und visuelle Informationen nicht kongruent waren. Im Sinne der Theorien des multimedialen Lernens (vgl. Kapitel 2.2.2) sollen die Nutzer darin unterstützt werden, relevante Informationen in den Darstellungsformen zu identifizieren, systematisch aufeinander zu beziehen und aktiv Verknüpfungen herzustellen, um negative Effekte zu vermeiden bzw. Motivation und Informationsverarbeitung zu fördern.

Die Informationsbeiträge summierten sich zu einer Gesamthördauer von 7:33 min, wobei die einzelnen Audiosequenzen zwischen vier und 43 Sekunden lang waren. Ohne das Intro und den Erfolgshinweis beim Spiel „Funktion“ umfassten die Tonsequenzen zwischen zwölf und 43 Sekunden und dauerten im Mittel  $M=27.6$  sek. Entsprechend den ersten evaluativen Ergebnissen wurden die zunächst längeren Tonsequenzen in kleinere, individuell anwählbare Sinneinheiten aufgeteilt.

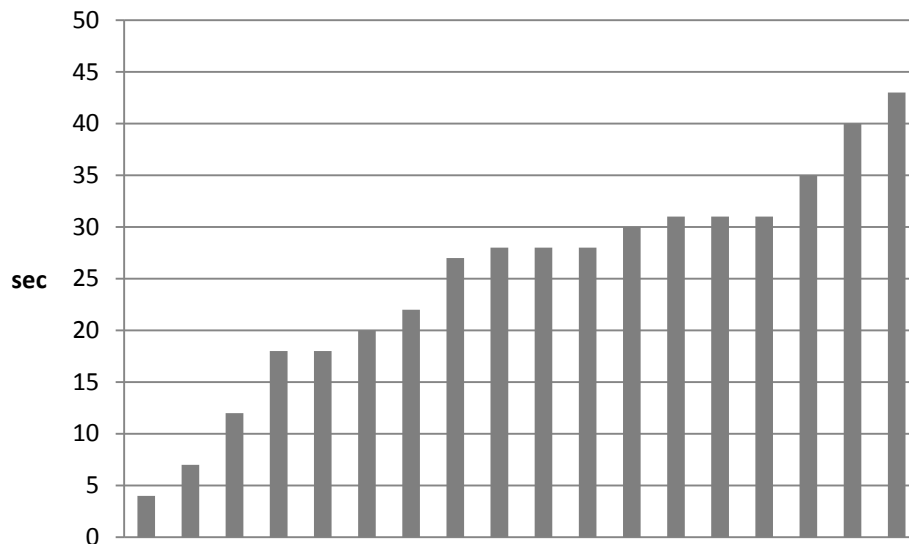


Abb. 11: Darstellung der 18 Tonsequenzen sortiert nach der Länge in Sekunden

Zwei kleine Spiele boten einen unterhaltsamen Einstieg in die relevantesten Inhalte und sollten einem jüngeren Publikum den Zugang ermöglichen. Die Spiele erforderten auf Grund der Bedienung per Touchscreen einiges Fingerspitzengefühl, was von manchen Besuchern negativ angemerkt wurde. Nicht nur Kinder und Jugendliche, sondern auch andere Erwachsene hatten keine Probleme bei der Bedienung. Einzelne Besucher spielten unzählige Male und kamen teilweise extra zurück oder empfahlen die Spiele ihren Begleitern.

Die Medienstation konnte nur eingeschränkt gemeinsam genutzt werden, da sie nicht als Multiplayer- oder Multiuser-Angebot konzipiert wurde, d.h. eine gemeinsame Nutzung durch mehrere Personen und Gruppen war u.a. durch die Reichweite der Tonausgabe und die Sicht auf den Touchscreen beschränkt.

Mediale Elemente und originale Exponate wurden in dieser Medienstation zu einem homogenen Ensemble kombiniert und können als gleichwertig betrachtet werden. Die Medienelemente kontextualisieren die Originalexponate aus der Forschung, ihr didaktischer Wert geht aber darüber hinaus, so dass die digitalen Modelldarstellungen selbst einen Exponat-Charakter aufweisen.



## 4.3. Inhaltlicher Aufbau

### 4.3.1. Struktur

Die Medieneinheit gliederte sich inhaltlich in die Bereiche, die weitgehend den in Kapitel 4.1.2 vorgestellten Zielen der Medienstation entsprachen. Über das Hauptmenü der Medienstation waren die Themenbereiche „Forschung“, „Modelle“ und „Funktion“ abrufbar, sowie zwei Spiele, die den Bereichen „Forschung“ und „Funktion“ zugeordnet waren. Im Hauptmenü konnten sich die Besucher schnell einen Überblick über die Inhalte verschaffen und ihren Interessen entsprechend auswählen (Hein, 1998, S. 139; Serrell & Raphling, 1992, S. 186). Eine vorab getestete Version mit nur einer Entscheidungsmöglichkeit und einer darauf folgenden sequentiellen Struktur erwies sich als problematisch. Die Besucherbefragung, Beobachtung und Logfile-Analyse zeigte, dass die Nutzung häufig nach einem der beiden Spiele beendet wurde, die am Ende jeder der beiden Sequenzen standen. Den Nutzern war dabei nicht klar, dass sie nur die Hälfte der verfügbaren Informationen abgerufen hatten. Der fehlende Überblick über Inhalte und Dauer der Sequenzen wurde als unbefriedigend empfunden und ein direkter Einstieg zu den einzelnen Themen und Spielen gewünscht.

Die Struktur der Medienstation wurde dementsprechend umgestaltet und die Inhalte auf vier Informationstiefen verteilt: Hauptmenü, Bereichsebene, Unterebene 1 und Unterebene 2. Hatte der Besucher sich im Hauptmenü für eines der drei Themen (in Abb. 12 blau, grün und rot markiert) entschieden, konnte er auf der nächsten Ebene wiederum zwischen zwei bzw. vier Untermenüs (1) wählen. Im Bereich „Funktion“ wurde eine weitere Unterebene (2) angeboten. Von den beiden im Hauptmenü auswählbaren Spielen gelangte der Nutzer entweder zu der entsprechenden Bereichsebene oder zum Hauptmenü zurück.

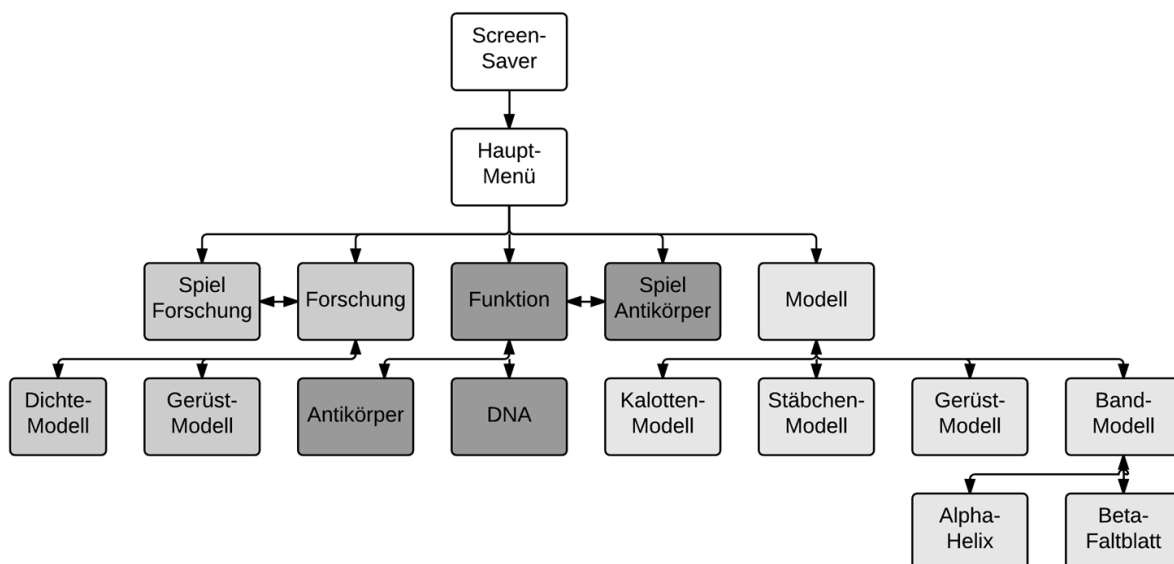


Abb. 12: Inhaltliche Struktur der Medienstation

Die einzelnen, kurzen Sequenzen wurden so gestaltet, dass jede für sich ein möglichst abgeschlossenes Kapitel darstellte und den Nutzern so einen schnellen und effizienten Ein- und Ausstieg ermöglichte, der der Museumssituation entspricht (Schwan & Hesse, 2004; Serrell & Raphling, 1992). Die zwei Spiele wurden im Hauptmenü platziert, wodurch weniger interessierten oder vorgebildeten Besuchern der Einstieg in die Inhalte der Medienstation, sowohl motivational als auch kognitiv, erleichtert werden sollte. Gleichzeitig wurde damit in Kauf genommen, dass die Nutzung sich gegebenenfalls auf die Spiele beschränkt, also keine tiefere Auseinandersetzung mit den Inhalten erfolgt. Mit Ausnahme der beiden Spiele wurden den Besuchern keine unterschiedlichen Schwierigkeitsgrade, sondern nur unterschiedliche Detailgrade entsprechend den Informationsebenen angeboten. Die Besucher konnten aus verschiedenen Optionen wählen und zu einem gewissen Grad selbstgesteuert die Anwendung nutzen. Der Grad der Interaktivität ist dabei vergleichsweise niedrig, wenn man die Definition von McLean (1993, S. 93, vgl. Kapitel 2.2.2) heranzieht. Wurde die Medienstation während 50 sek. nicht genutzt, blendete sich der Screensaver ein. Dieser war mit dem Titel „Die Welt der Moleküle“ und dem Zusatz „Bitte berühren Sie den Bildschirm“ versehen.

#### 4.3.2. Inhalte

Anhand des Beispiels „Antikörper“ wurden in der Medienstation eine Methode der Datenerhebung und -auswertung thematisiert (Forschung), verschiedene Modelldarstellungen vorgestellt und miteinander verglichen (Modelle) sowie das universale Schlüssel-Schloss-Prinzip molekularer Interaktion präsentiert und die Rolle der DNA für die Herstellung von spezifischen Molekülen aufgezeigt (Funktion).

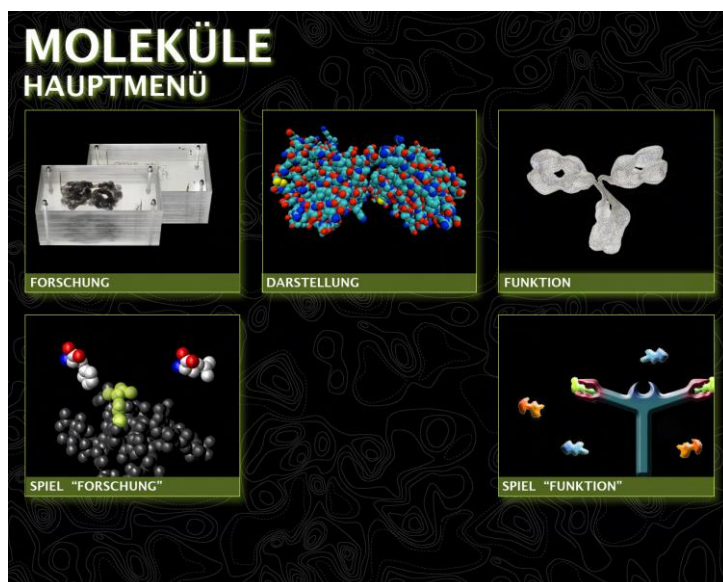


Abb. 13: Hauptmenü der Medienstation „3D-Moleküle“ (Screenshot)

#### *Erforschung von Molekülen und Erstellung von Molekülmodellen*

Ausgangspunkt für diesen Bereich sind die beiden originalen Exponate, die der Nobelpreisträger Prof. Robert Huber gestiftet hat. Er erforschte die Struktur menschlicher Antikörper mit Hilfe der Röntgenstrukturanalyse. Die beiden Modelle stammen wahrscheinlich aus dem Jahr 1976 und sind aus mehreren Plexiglas-Scheiben zusammengesetzt. Diese

kann man sich bildlich gesprochen wie Schnitte durch das Molekül vorstellen, wobei durch das Übereinanderlegen der einzelnen Scheiben ein räumlicher Eindruck entsteht. Dieser ist insbesondere für den Zusammenhang von Form und Funktion von Interesse. Das Elektronendichte-Modell zeigt mittels Umrisslinien die Verteilung der Elektronendichten innerhalb des Arms eines Antikörpers. Aus diesen Elektronendichten lässt sich die Lage der verschiedenen Atome ermitteln, aus denen das Molekül aufgebaut ist. Das Gerüst- oder Rückgrat-Modell entstand auf Grundlage des ersten Modells und weiteren Auswertungen und veranschaulicht den Aufbau des Fab-Fragments aus zwei gefalteten Molekülketten.

Die Auswertungen und die Modelldarstellungen, die damals von Hand erfolgten, werden heute am Computer durchgeführt. Als Beispiel hierfür wurden zwei solcher digitaler Modelle auf dem 3D-Bildschirm präsentiert. Ein Modell zeigt das aus zwei Ketten bestehende Gerüst des Moleküls, wie sie auch im Plexiglasmodell eingezeichnet sind. Das andere Modell zeigt auch die Seitenketten des Antikörperarms. Ergänzend zur Röntgenstrukturanalyse sind weitere Verfahren notwendig, um den Aufbau und die Ausrichtung dieser Seitenketten herauszufinden, bzw. die kleinen Molekülbausteine, aus denen der Antikörper besteht (Aminosäuren), in der Elektronendichte-Wolke zu verorten. Im Spiel „Funktion“ konnten die Besucher „ähnlich wie ein Wissenschaftler in der Forschung“ herausfinden, welche der zwei sehr ähnlichen Aminosäuren sich an einer grün eingefärbten Stelle im Antikörper-Arm befand, indem sie ein Molekül auswählten, drehten und zur grünen Stelle zogen.

Die historischen Molekülmodelle wie auch die mit dem 3D-Display gezeigten digitalen Darstellungen haben ihren Ursprung in der Erforschung von Molekülen. Sie sind Hilfsmittel der Forscher, um die gewonnenen Daten zu visualisieren und um diese weiter zu analysieren. Der Verweis auf die Forschungsmethode der Röntgenstrukturanalyse und die daraus resultierende Erstellung der beiden Modelle sollen beim Besucher Verständnis für diesen Aspekt der Natur der Modelle wecken. Die Modelle selbst sind als wissenschaftliche Erzeugnisse und Hilfsmittel sowie in ihrer Anmutung ungewöhnliche Objekte und können daher Startpunkte für intensive Auseinandersetzungen mit dem Thema darstellen.

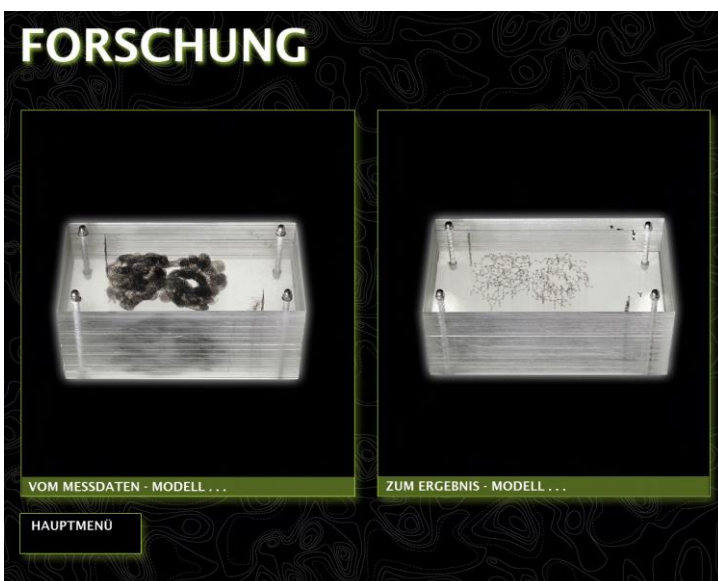


Abb. 14: Menü „Forschung“ (Screenshot)

## Form-Funktionszusammenhang bei Molekülen am Beispiel von Proteinen (Antikörpern)

Antikörper sind das Parade-Beispiel für molekulare Interaktion im Sinne des „Schlüssel-Schloss-Prinzips“ und durch ihren hohen Bekanntheitsgrad geeignet, den Themenbereich Moleküle für den Besucher sinnstiftend darzustellen. Durch den Verweis auf die Rolle der zellulären DNA für die Produktion ganz unterschiedlicher Antikörper-Formen soll beim Besucher ein Verständnis für die komplexen Funktionen und Interaktionen auf molekularer Ebene des Organismus geweckt werden.

Im Blut des Menschen befinden sich viele Trillionen von Antikörpern, die dazu beitragen unterschiedliche Fremdkörper abzuwehren. Erreicht wird dies durch eine Zusammenarbeit von Molekülen, die bildlich gesprochen wie Schlüssel und Schloss zueinander passen. Die Form dieser Moleküle ist für ihre Funktion und den Austausch von Informationen untereinander entscheidend. Beim Antikörper sind insbesondere dessen Arme spezifisch geformt. Dort exakt hineinpassende Moleküle werden als fremd erkannt und festgehalten. Mit dem kleinen »Kopf«, der zwischen den beiden Armen sitzt, heftet sich der Antikörper dann wiederum an ein passendes Oberflächenmolekül einer Immunzelle. Diese nimmt den Antikörper mitsamt dem gebundenen Festkörper auf und macht ihn unschädlich.

Die spezifische Form des Antikörpers wird durch die Erbsubstanz DNA festgelegt. Mit der Abfolge der Bausteine im Inneren der Doppelhelix wird auch die Abfolge der Molekül-Bausteine in den Proteinen, zu denen die Antikörper gehören, festgelegt. Die Antikörperproduzierenden Zellen können ihre DNA an bestimmten Stellen neu kombinieren. Diese Kombinationsmöglichkeiten ermöglichen die Produktion ganz unterschiedlicher Antikörper, bzw. Antikörper-Arm-Enden, die wiederum zu spezifischen Antigenen passen.

Im Spiel „Funktion“ werden die Besucher mit einem Antikörper auf die Jagd nach Fremdkörpern geschickt. Aus einer Vielzahl sich bewegnender Fremdkörper müssen die beiden gefunden werden, die zu den spezifisch geformten Arm-Enden des Antikörpers passen. Wird der Antikörper zu einem passenden Fremdkörper gezogen, hält ihn dieser fest.

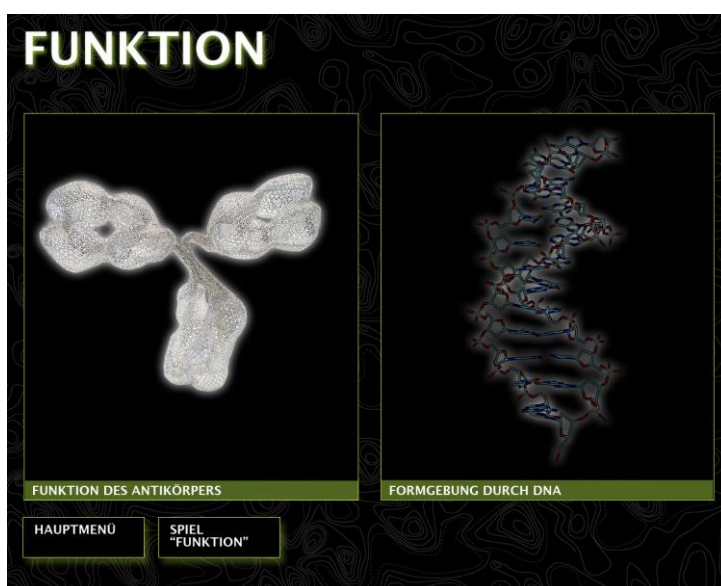


Abb. 15: Menü „Funktion“ (Screenshot)

Das „Schlüssel-Schloss-Prinzip“ ist im naturwissenschaftlichen Unterricht und auch in der Biochemie eine nach wie vor häufig verwendete Metapher, auch wenn diese Vorstellung genau genommen weiterentwickelt und durch die Theorie des *induced fit* („induzierte Passform“) abgelöst wurde. Diese Theorie geht davon aus, dass sich durch Wechselwirkungen im Nahbereich der Moleküle, deren Konformationen, quasi die Form der beiden interagierenden Moleküle (z.B. Antikörper und Fremdkörper), in begrenztem Umfang ändern können. Die Form eines Moleküls wird entsprechend nicht (mehr) als absolut und statisch betrachtet. Von einigen Experten, die sich an der Studie beteiligten, u.a. Studenten der Chemie oder Biologie sowie einem Professor der Biochemie, wurde diese Unschärfe kritisch angemerkt.

### *Gegenüberstellung verschiedener Molekülmodelle*

Dieser Themenbereich profitierte am stärksten von der neuen Technik der Overlay-Darstellung auf dem 3D-Display, um damit verschiedene Molekülmodelle direkt gegenüberzustellen. Es wurden jeweils zwei Modellformen gleichzeitig auf dem Display präsentiert (vgl. Abb. 16) und die Möglichkeiten und Beschränkungen der Modelle auditiv thematisiert.

Tab. 2: Übersicht der gegenübergestellten Molekülmodelle

<b>Darstellung 1</b>	<b>Darstellung 2</b>
Kalottenmodell	Stäbchenmodell (weiß)
Stäbchenmodell (weiß)	Kugel-Stab-Modell
Gerüstmodell	Stäbchenmodell (bunt)
Bändermodell	Gerüstmodell

Das *Kalottenmodell* zeigt die Atome in ihrer Raumausdehnung und stellt damit nicht nur die Art der Atome, sondern auch die Oberflächenform des Moleküls dar. Dieses Modell wird mit einem (weiß eingefärbten) Stäbchenmodell kontrastiert, das nur die Verbindungen zwischen den Atomen sichtbar macht, die im Kalottenmodell nicht gezeigt werden. Das *Stäbchenmodell* gibt die errechneten Bindungslängen und Bindungswinkel zwischen den Atommittelpunkten wieder und wird im Menü „Stäbchenmodell“ dem kombinierten Kugel-Stab-Modell gegenübergestellt. Dieses zeigt sowohl die Verbindungen zwischen den Atomen und durch farbliche Codes auch, um welche Atome es sich handelt. Das *Gerüstmodell* zeigt das Rückgrat des Antikörpers, d.h. sein stabiles Gerüst aus miteinander verbundenen Aminosäuren. Durch die Overlay-Technik wird es mit einem Stäbchenmodell kontrastiert, das alle Bausteine des Antikörpers zeigt, die jeweils bunt eingefärbt wurden. Im Gerüstmodell werden hingegen ausschließlich die Stäbchen oder Bausteine dargestellt, die zum Gerüst beitragen. Das *Bändermodell* wird einem Gerüst-Modell gegenübergestellt. Beide zeigen das stabile Rückgrat des Antikörpers, wobei das Bändermodell besondere Formen des Gerüsts deutlich macht, das durch Wasserstoffbrücken stabilisiert wird. Zwei solcher Formen werden mit gelben Pfeilen und pink eingefärbten Spiralen hervorgehoben und in einem Untermenü detaillierter behandelt. Bei den Spiralen handelt es sich um Alpha-Helix-Bereiche, die sich innerhalb eines Gerüstabschnitts ausbilden, wenn die Bausteine des Gerüsts relativ groß sind und nach außen abstehen. Gelbe gewellte Pfeile stellen Beta-Faltblatt-Bereiche dar, wobei der Pfeil in Richtung Ende des

Moleküls zeigt. Diese Form entsteht dann, wenn die Bausteine zweier nebeneinander liegender Gerüstabschnitte relativ klein sind.

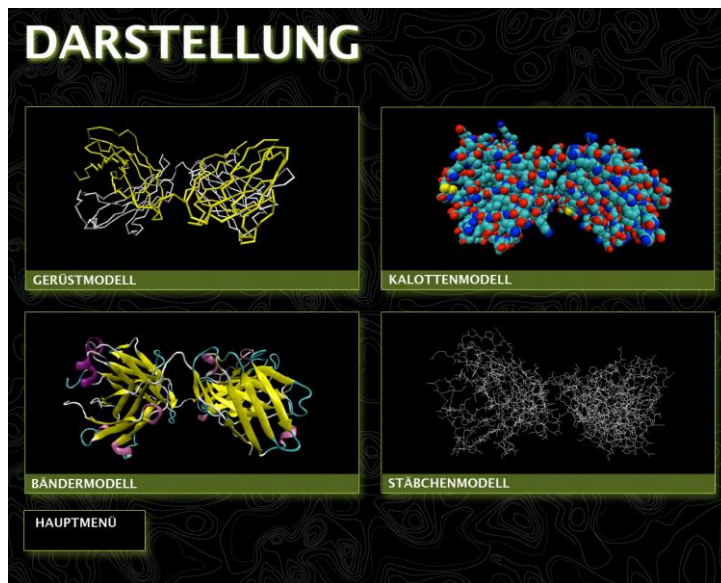


Abb. 16: Menü „Modelle“ (Screenshot)

Durch die Gegenüberstellung der Modelle soll erstens verständlich werden, dass sich diese jeweils mehr oder weniger gut eignen, um spezifische Eigenschaften und Funktionen von Molekülen zu verdeutlichen und zweitens, dass sich nicht zeigen lässt wie ein Molekül „wirklich aussieht“. Die gleichzeitige Präsentation verschiedener Modelldarstellungen mit unterschiedlichem Bekanntheitsgrad erleichtert zudem den Einstieg und das Verständnis und umgeht das Problem, dass nur bekannte Darstellungen ausgewählt werden (Tendenz zur Selbstvergewisserung, vgl. Kapitel 2.2.2).

#### 4.3.3. Zusammenfassung

Die prototypische Medienstation behandelt am Beispiel des Antikörpers drei Aspekte: die Erforschung von Molekülen, den Form-Funktions-Zusammenhang und die Potentiale verschiedener Darstellungsformen von Molekülen. Über diese Sach- und Fakten-Ebene hinausgehend wird indirekt eine wissenschaftstheoretische und epistemologische Ebene angesprochen. Innerhalb des Modellverständnisses wurde dabei vor allem auf die Ebene der Darstellungsmöglichkeiten von Molekülen eingegangen. Andere Aspekte wie die prinzipielle Andersartigkeit der molekularen Ebene und der Modelle, das Testen und Verwerfen von Modellen oder wissenschaftliche Konflikte, d.h. auf andere Bereiche übertragbare Aspekte des Modellverständnisses und der Modellkompetenz (vgl. Kapitel 3.3.5) wurden nur indirekt angesprochen. Mit dem Antikörper wurde ein Molekül gewählt, das viele Besucher aus dem Schulunterricht kennen; persönliche Bezüge zu den Themen und deren Relevanz für den Alltag wurden jedoch nur bedingt hergestellt. Im Sinne eines Erkennens persönlicher Relevanz, die in der Motivationspsychologie als förderlich für die Aufrechterhaltung eines situationalen Interesses angesehen wird, ist die Medienstation nicht als ideal anzusehen.

Die Medienstation bot den Besuchern eine klar strukturierte Informationshierarchie (vgl. Kapitel 2.2.2). Sie erfüllt trotz der selbstgesteuerten Informationsselektion, die als Vo-

raussetzung für die Ausbildung eines Erlebens von Autonomie gelten kann, nur teilweise die Kriterien von McLean (1993, S. 199) zur Interaktivität: die Medienstation geht beispielsweise nicht auf individuelle Besuchermerkmale (z.B. Vorwissen) oder individuelle Nutzungsverläufe (Adaptivität) ein, sie ermöglicht es nicht Wissen zu testen oder Rückmeldung über eigene Erfahrungen zu geben (vgl. Kapitel 2.2.2). Ein angemessenes Kompetenzniveau und Rückmeldungen über die eigenen Fähigkeiten werden jedoch als ausschlaggebend für das Erleben von Kompetenz angesehen, so dass die Medienstation in diesem Sinne nicht ideal erscheint.

Bei der prototypischen Medienstation handelte es sich um ein Angebot, das verschiedene Medien und Objekte in sich vereinte (3D-Bildschirm, Touchscreen, Tonausgabe und Original-Exponate) und damit mehrere Sinne der Besucher adressierte (visuell, auditiv, haptisch). Mit den beiden Bildschirmen und den Originalobjekten umfasste die Medienstation vier visuelle Reizquellen. Für die Interpretation der statischen und animierten Modelldarstellungen waren fachspezifische Darstellungskonventionen zur Interpretation erforderlich, die ebenfalls Gegenstand der Medienstation waren. Die Darstellungen wurden mit gesprochenem und schriftlichem Text erläutert. Durch Audio-Informationen wurden die Plexiglasmodelle, die digitalen Modelle auf dem 3D-Bildschirm und die Antikörperskulptur rekontextualisiert. Die Verwendung unterschiedlicher Zeichensysteme zur Informationsvermittlung wird medienpsychologisch als günstig für die Verarbeitung und Verankerung angesehen (Mayer, 2001; Paivio, 1986). Einem möglichen Split-Attention-Effekt auf Grund der räumlichen Trennung der Aufmerksamkeitszentren (Mayer, 2001; Mayer & Moreno, 1998; Schnotz & Bannert, 2003) wurde durch kurze textliche und durch visuelle Hinweise begegnet.

Über die Vermittlung konkreter thematischer Inhalte hinausgehend versucht die Medienstation – mittels verschiedener Materialitäten und Darstellungen von Molekülen – die Gefahr einer Übertragung makroskopischer Attribute auf Atome und Moleküle zu verhindern, was im Sinne eines Modellverständnisses von herausragender Wichtigkeit ist (vgl. Kapitel 3.3.5).

# Forschungsfragen und Hypothesen

## 5.1. Forschungskontext und Variablenmodell

Naturwissenschaftlich-technische Museen verfolgen mit ihren Ausstellungsangeboten unterschiedliche Ziele. Sie möchten bei den Besuchern Interesse und Freude an Naturwissenschaften wecken und sie dazu motivieren, sich mit diesen zu beschäftigen. Sie versuchen anzuregen, dass Besucher über ihr Verhältnis und Einstellungen zu Naturwissenschaften und über diese selbstreflektieren. Ausstellungen sollen den Besuchern die Möglichkeit bieten, unterschiedlichste Formen von Wissen, Kenntnisse, Verständnis oder Kompetenzen zu erwerben (vgl. Kapitel 3.1.2). Der Bildungsauftrag und die angestrebte Wirkung von Museen umfasst dementsprechend sowohl motivationale, einstellungsrelevante und soziale als auch kognitive Aspekte (vgl. Bell et al., 2009; Falk & Dierking, 2000; Hooper-Greenhill, 2002; vgl. Kapitel 3.1.2).

Die untersuchte prototypische Medienstation legt ihren Schwerpunkt auf die Vermittlung von Grundlagenkenntnissen im Bereich der Funktion von Molekülen, deren Erforschung und Darstellung. Sie situiert sich damit an der Schnittstelle von Chemie, Biologie und Physik und schneidet teils explizit, teils implizit die Themenbereiche Wissenschafts- und Modellverständnis an. Die Komplexität und das Anspruchsniveau der Medienstation sind auf Grund der Vielzahl und Abstraktheit der Themen relativ hoch. Die von der Medienstation behandelten Inhalte sind für das Verständnis vieler Sachverhalte und deren (medialer) Darstellung fundamental, auch wenn sie nicht im klassischen Sinne „alltagsrelevant“ sind (vgl. Kapitel 4.3).

Von welchen Besuchern spezifische Ausstellungsangebote überhaupt genutzt werden und inwiefern diese tatsächlich in der Lage sind, bei den Besuchern Interesse sowie kognitive Lernwirkungen oder Verhaltensänderungen hervorzurufen, ist bislang noch nicht umfassend untersucht worden (vgl. Bell et al., 2009; Falk et al., 2004; Lewalter & Geyer, 2009; Meisner et al., 2007). Insbesondere längsschnittliche Studien sind rar, obwohl die Relevanz von Untersuchungen, die sich mit der kurz- und mittelfristigen Entwicklung von Interessen, mit der Konsolidierung und dem Vergessen von Lerninhalten beim „normalen“ Museumspublikum beschäftigen, von vielen Autoren betont wird (Anderson et al., 2007; Doering et al., 1999; Falk & Dierking, 2000; Treinen, 1996). Um den in Kapitel 3.1.2 formulierten Defiziten und Anforderungen an die Forschung im Museum zu entsprechen, werden Besuchs- und Besuchercharakteristiken, Prozesse während des Museumsbesuchs und dessen kurzfristige und mittelfristige Wirkungen betrachtet.

Die Erkenntnisinteressen dieser empirischen Arbeit liegen erstens darin, die Einflussfaktoren auf die grundlegende Entscheidung für oder gegen die Nutzung der Medieneinheit zu untersuchen, zweitens, die kurzfristigen motivationalen und kognitiven Wirkungen dieser Nutzung unter Berücksichtigung unterschiedlicher Besucher- und Besuchercharakteristiken zu analysieren und drittens, deren mittelfristige Dauerhaftigkeit zu überprüfen. Als weitere Wirkungen werden Erinnerungen und Verhaltensänderungen untersucht. Wie



in Abb. 17 deutlich wird, lassen sich diese Erkenntnisziele jeweils einem spezifischen Zeitpunkt im Selektions- und Rezeptionsprozesses zuordnen.

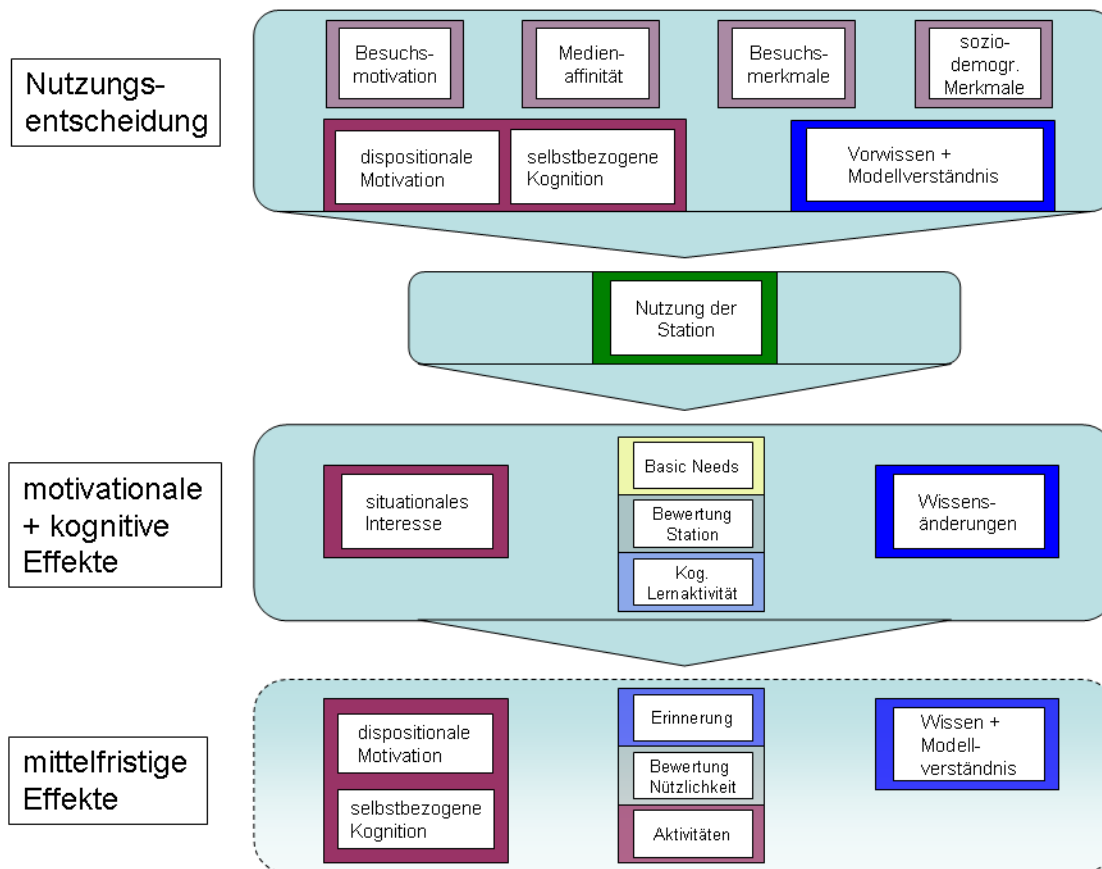


Abb. 17: Variablenmodell der Hauptstudie

## 5.2. Forschungsfragen und Hypothesen

Die oben präsentierten Analyseschwerpunkte zur Nutzungsentscheidung, zu motivationalen und kognitiven Effekten sowie zu deren mittelfristigen Entwicklung werden in diesem Kapitel anhand von fünf Forschungsfragen und entsprechenden Hypothesen weiter präzisiert.

### 5.2.1. Forschungsfrage 1: Nutzungsentscheidung

*Durch welche Besucher- und Besuchercharakteristiken unterscheiden sich Nutzer und Nicht-Nutzer der Medienstation? Inwiefern beeinflussen motivationale Merkmale die Nutzungsentscheidung?*

Mit dem *Contextual Model of Learning* wurde in Kapitel 3.1.1 ein Modell vorgestellt, das drei relevante Einflussfaktoren oder Kontexte (personal, physical and social context) des Lernens und Erlebens im Museum identifiziert. Die Autoren Falk & Dierking (1992, 2000) zeigen auf, dass zahlreiche Variablen aus den drei Kontexten den Museumsbesuch bestimmen. Auf Basis dieser Befunde (vgl. Kapitel 3.2 und 3.3) wurden besuchs- und personenbezogene Merkmale identifiziert, von denen ausgegangen wird, dass sich Nutzer

und Nicht-Nutzer der Medienstation in ihnen unterscheiden. Ein besonderes Gewicht wird den gegenstandsspezifischen Interessen und Motivationen der Besucher zugesprochen. Entsprechend den motivationstheoretischen Grundlagen (Kapitel 3.2 und 3.3.3) ist anzunehmen, dass die Bereitschaft zur Auseinandersetzung mit der Ausstellungseinheit insbesondere durch motivationale und motivationsregulierende Merkmale geprägt ist.

Folglich wird angenommen, dass sich Nutzer und Nicht-Nutzer hinsichtlich ihrer

- museumsspezifischen Medienaffinität,
- Besuchsziele,
- naturwissenschafts- und themenspezifischen Motivation und
- selbstbezogenen Kognition

unterscheiden.

Als Kontrollvariablen werden insbesondere demographische Charakteristiken (Geschlecht, Alter, Bildung) und Besuchsmerkmale (Begleitsituation, Besuchsphase, geplante Besuchsdauer, Vertrautheit mit dem Museumskontext) erfasst.

### **5.2.2. Forschungsfrage 2: Motivationsrelevantes Erleben und situationales Interesse**

*Wie erleben die Besucher die Nutzung der Medienstation? Inwiefern und unter welchen Voraussetzungen entwickelt sich bei ihnen ein situationales Interesse?*

Die Nutzungsmöglichkeiten und Merkmale musealer Informationsangebote sowie deren Einfluss auf das Lernen und Erleben im Museum wurden in Kapitel 2.2 vorgestellt. Dabei wurden Parallelen zu den Merkmalen erfolgreicher Lernumgebungen entsprechend des gemäßigten Konstruktivismus (s.a. Kapitel 3.3.1) und der Motivationspsychologie gezogen (s.a. Kapitel 3.2). Museen stellen dementsprechend herausragende Umgebungen für selbstgesteuertes, interessengeleitetes und bedeutungsvolles Lernen dar. Sie bieten ebenfalls gute Voraussetzungen für positive Lernerlebnisse und die Ausbildung situationaler Interessen. Das motivationsrelevante Erleben der Besucher, d.h. die Befriedigung der *Basic Needs*, ist dabei wie in Kapitel 3.2.1 beschrieben von grundlegender Bedeutung für die Ausbildung einer selbstbestimmten Lernmotivation.

- Die Wahlmöglichkeiten innerhalb eines gut strukturierten Angebots mit kurzen Informationssequenzen lassen ein ausgeprägtes Autonomieerleben der Besucher erwarten. Jedoch können sich die beschränkte Interaktivität der Medienstation und der relativ kleine Informationsumfang mit wenigen Bezügen zum Alltag der Besucher negativ auf das Erleben der Nutzung als selbstgesteuert und als konform mit Wünschen und Zielen auswirken.
- Durch die hohen kognitiven Anforderungen, die Komplexität und Abstraktheit der Thematik sowie durch die wenigen Möglichkeiten, Rückmeldung über die eigenen Fähigkeiten zu erhalten, ist das Kompetenzerleben der Besucher vermutlich eingeschränkt.
- Die Medienstation ist auf einen „single-user“ ausgelegt und unterstützt eine gemeinsame, kooperative Bedienung nicht, weshalb nicht das Konstrukt „Soziale Eingebundenheit“, sondern ein *allgemeines Wohlfühlen* in der Nutzungssituation erhoben wird. Für Museumsbesucher ist das soziale Erlebnis ein sehr wichtiger

Faktor, weshalb das Wohlfühlen in der Nutzungssituation bei Einzelbesuchern geringer ausgeprägt sein könnte als bei Besuchern in Begleitung.

- Es wird davon ausgegangen, dass die drei motivationsrelevanten Erlebensqualitäten (Autonomieerleben, Kompetenzerleben, Wohlfühlen in der Nutzungssituation) mit der Ausbildung der Catch- und der Hold-Facette des situationalen Interesses in einem positiven Zusammenhang stehen.
- Die untersuchte Medienstation stellt mit Originalexponaten, Animationen und dem technisch reizvollen 3D-Display ein vielfältiges und ästhetisches Angebot dar. Es wird erwartet, dass die Instruktionsqualität (z.B. ansprechend, informativ) positiv bewertet wird und sich positiv auf die Catch-Facette des situationalen Interesses auswirkt.
- Besucher mit hoher Medienaffinität im musealen Kontext sollten eine höhere Ausprägung der Catch-Facette des situationalen Interesses aufweisen.
- Auf Grund der Attraktivität der Station wird eine relativ stark ausgeprägte Catch-Komponente erwartet.
- Die behandelten Themen sind zwar für das Verständnis vieler Sachverhalte relevant, dies wird jedoch nicht explizit betont und die Nutzer nicht dazu angeregt, über die persönliche Bedeutung der Inhalte zu reflektieren. Es ist deshalb zu vermuten, dass die Hold-Facette deutlich schwächer ausgebildet ist als die Catch-Facette des situationalen Interesses.
- Da die Catch-Facette als Vorstufe eines stabilisierten situationalen Interesses (Hold-Facette) gilt, wird angenommen, dass die Catch-Facette einen relevanten Einfluss für die Stabilisierung des situationalen Interesses darstellt.
- Die dispositionalen Interessen der Besucher beeinflussen die Beschäftigung mit den Themen der Medienstation und die Ausbildung von Interessen in der Situation (aktualisierte Interessen). Da sich dispositionale Interessen unter anderem durch eine wertbezogene Valenz, epistemische Orientierung und intrinsische Qualität auszeichnen, wird ein positiver Einfluss insbesondere auf die Hold-Komponente erwartet.
- Für die selbstbezogene Kognition der Besucher als motivationsregulierende Variable wird ein positiver Zusammenhang mit dem situationalen Interesse, insbesondere der Hold-Komponente erwartet.
- Von den Besuchszielen „Aktivität“, „Unterhaltung“, „Lernen“ und „Geselligkeit“ wird kein direkter Einfluss auf das situationale Interesse erwartet.

### **5.2.3. Forschungsfrage 3: Kurzfristige Veränderungen der Kenntnisse**

*Inwiefern und unter welchen Voraussetzungen bewirkt die Nutzung der Medienstation bei den Besuchern eine Wissensveränderung?*

In Kapitel 3.3.1 wurde das Lernen unter konstruktivistischer Perspektive betrachtet und relevante Einflussfaktoren auf den Lernprozess identifiziert. Die Selbststeuerung des Lernprozesses, die Motivation und Aktivität der Lernenden, ihr Vorwissen, die kontextuellen Bezüge und die soziale Situation des Wissenserwerbs wirken sich auf das Lernen und den Lernerfolg aus (s.a. Kapitel 2.2). Personen mit ausgeprägter Lernmotivation weisen häufig tiefere kognitive Lernaktivitäten (vgl. Kapitel 3.3.3) und eine größere Ausdauer

auf, was sich positiv auf den Lernerfolg auswirkt. Weiterhin wird von einer Wechselwirkung zwischen Motivation, Leistung und selbstbezogener Kognition ausgegangen. Die selbstbezogene Kognition nimmt dabei eine Vermittlerrolle ein und kann, je nach Ausprägung, die Leistung sowohl positiv wie auch negativ beeinflussen. Gleiches gilt für das Vorwissen, das im Sinne von Anschlussfähigkeit und effektiverer Verarbeitung positiv auf die Lernleistung wirken, jedoch auch nachteilige Effekte haben kann, wenn neue Informationen nicht kompatibel mit vorhandenen Wissensbeständen sind (vgl. Kapitel 3.3.2). Solche unangemessenen Vorstellungen bestehen unter anderem zu Atomen und Molekülen sowie beim Modellverständnis (vgl. Kapitel 3.3.5).

- Die Medienstation spricht unterschiedliche und komplexe Themen an. Während ein relativ hohes Vorwissen im Grundlagenbereich „Atome und Moleküle“ zu erwarten ist, wird angenommen, dass zu Antikörpern und dem Schlüssel-Schloss-Prinzip weniger Kenntnisse vorhanden sind. Methoden zur Erforschung von Molekülen sind vermutlich gar nicht bekannt. Gleiches gilt für das Verständnis für Modelle, für das überwiegend unangemessene Vorstellungen angenommen werden.
- Auf Grund der üblicherweise kurzen und selektiven Nutzung von Ausstellungsangeboten sind nur kleine Zuwächse im deklarativen Wissen und ein positiver Zusammenhang mit der Nutzungsdauer der Medienstation zu erwarten.
- Für das Modellverständnis wird angenommen, dass keine oder nur geringe Veränderungen auftreten, da dieses in der Medienstation nicht umfassend und vor allem indirekt thematisiert wird. Zudem ist das Modellverständnis ontologisch und epistemologisch tief verankert, weshalb sich unangemessene Modellvorstellungen nur schwer verändern lassen.
- Die große Komplexität der Inhalte der Medienstation lässt erwarten, dass das Vorwissen der Besucher sich förderlich auf den Wissenszuwachs auswirkt.
- Es wird angenommen, dass sich positive Wirkungen der dispositionalen Motivation, der Medienaffinität, der selbstbezogenen Kognition, den kognitiven Lernaktivitäten und dem motivationsrelevanten Erleben und dem situationalen Interesse auf die Lernleistung feststellen lassen.

#### **5.2.4. Forschungsfrage 4: Mittelfristige Veränderungen der dispositionalen Motivation und der selbstbezogenen Kognition**

*Inwiefern sind das dispositionale Interesse und die selbstbezogene Kognition der Besucher mittelfristig konstant bzw. inwiefern schlägt sich die Nutzung der Medienstation darin nieder?*

In Kapitel 3.2.1 wurde auf die Bedingungen für die Ausbildung eines dispositionalen Interesses eingegangen. Dabei wurden die Erfüllung der grundlegenden Bedürfnisse und das situationale Interesse als Ausgangspunkt genannt. Allerdings handelt es sich bei der Entwicklung eines individuellen Interesses um einen komplexen Prozess, der in längeren Zeiträumen erfolgt und nur selten von einem punktuellen Ereignis wie einem Museumsbesuch oder der Nutzung eines Ausstellungsangebots angestoßen wird. Neben wiederholten Auseinandersetzungen mit dem Thema oder Gegenstand sind an der Interessengene-se bewusste, zweckrationale Prozesse wie die persönliche Nützlichkeit und emotionale

Komponenten wie positives Erleben beteiligt (Deci, 1998; Krapp, 2002b). Da Veränderungen des Interesses mit Veränderungen der personalen Identität einhergehen (Krapp, 2006) lassen sich solche Veränderungen nur schwer von außen beeinflussen. Bezogen auf die Untersuchung der mittelfristigen Wirkung der Medienstation resultieren daraus folgende Annahmen:

- Die Motivation und selbstbezogene Kognition der Nutzer und Nicht-Nutzer verändern sich entsprechend dem dispositionalen Charakter dieser Merkmale nicht innerhalb der drei Monate nach dem Besuch.
- Die Nutzung der Medieneinheit stellt eine kurze Lernepisode dar, von der mittelfristig keine Einflüsse auf die Motivation und die selbstbezogene Kognition ausgehen. Einflüsse auf die Interessen und subjektiven Fähigkeiten, die in einem engen thematischen Bezug zur Medienstation stehen, sowie eine Änderung des Verhaltens, im Sinne von Folgebeschäftigungen werden nicht erwartet.

### **5.2.5. Forschungsfrage 5: Mittelfristige Veränderungen der Kenntnisse**

*Inwiefern sind die Wissensveränderungen bzw. der Kenntnisstand mittelfristig stabil?*

Im Sinne von Lernen als kumulativem Prozess reiht sich auch der Museumsbesuch in den Strom nie abgeschlossener Bedeutungskonstruktionen ein (vgl. Kapitel 3.1.2). Neben dem unablässigen Vernetzen, Erweitern und Konsolidieren von Informationen, der zu nachträglichen Lerneffekten führen kann (vgl. 3.1.2), ist jedoch auch der Prozess des Vergessens zu nennen. Insbesondere bei Faktenwissen kann dies in höherem Maße der Fall sein, da die Erinnerungsleistung ohne weitere Auseinandersetzungen mit einem Gegenstand natürlicherweise mit der Zeit abnimmt. Veränderungen des Verhaltens sind durch kurzfristige Interventionen nicht oder nur bedingt zu erreichen, dementsprechend bestehen die Annahmen, dass:

- die in der Studie abgefragten Kenntnisse in den Bereichen „Atome und Moleküle“, „Proteine und Antikörper“ sich mittelfristig verringern, da ein Teil der neuen Kenntnisse nicht dauerhaft verankert wird, sondern auf die Erinnerungsleistung direkt nach der Nutzung der Medienstation zurückgeführt werden kann.
- das Modellverständnis sich, wie schon bei den kurzfristigen Wissensveränderungen, auf Grund seiner tiefen Verankerung nicht verändert.
- ein positiver Effekt des Vorwissens besteht, durch das die neuen Informationen besser in das Wissensgerüst integriert und dauerhaft besser behalten werden können.

## **Untersuchungsmethode**

Um die in Kapitel 5 formulierten Fragestellungen zu operationalisieren wurde ein Untersuchungsdesign benötigt, das es erlaubt, in einem natürlichen Setting sowohl kurzfristige als auch mittelfristige Messungen durchzuführen. Das Museumserlebnis sollte durch die Befragungsdauer so wenig wie möglich eingeschränkt werden.

In Kapitel 6.1 werden zunächst das Design und die Durchführung der Studien sowie die jeweiligen Stichproben betrachtet und die eingesetzten Instrumente vorgestellt. Abschließend die für diese Arbeit wichtigsten Auswertungsverfahren (Kapitel 6.2) thematisiert.

### **6.1. Studiendesign und Stichproben**

#### **6.1.1. Studiendesign und Durchführung**

Ein mehrstufiges Untersuchungsdesign (vgl. Kapitel 6.1) mit drei Teilstudien wurde gewählt, um die Fragen nach der Nutzungsentscheidung, den motivationalen und den kognitiven Effekten zu beantworten. Die Befragung fand in einer authentischen Museumssituation statt und wurde so angelegt, dass möglichst wenig Einfluss durch die Befragung auf das Antwortverhalten zu erwarten war (vgl. Rennie et al., 2003).

Teilstudie 1 hatte das individuelle Verhalten der Besucher (Non Cued Visitors) in Bezug auf die Medienstation als Analyseziel. Hierfür wurden Nutzer und Nicht-Nutzer zum Messzeitpunkt 2 befragt, d.h. nach ihrer Nutzung bzw. nach der Entscheidung, die Medienstation nicht zu nutzen. Der Schwerpunkt dieser Studie lag auf den motivationalen Wirkmechanismen, die zur Nutzung führten und auf den motivationalen Effekten der Nutzung.

Zur Untersuchung des Potentials für kognitive Effekte wurde eine weitere Studie (Teilstudie 2) durchgeführt, für die Besucher in der Ausstellung rekrutiert wurden. Diese Cued-Visitors wurden vor sowie nach ihrer Nutzung der Medienstation befragt. Durch das Prä-Post-Design dieser Studie war es möglich die ursprünglichen Wissensbestände und die kognitiven Veränderungen zu ermitteln.

Mit Teilstudie 3 sollten mittelfristige Effekte der Nutzung bzw. des Museumsbesuchs erfasst werden, indem die Teilnehmer der Studien 1 und 2 drei Monate nach dem Besuch erneut zu kognitiven und motivationalen Aspekten befragt wurden. Der Zeitpunkt der Follow-up-Erhebung wurde so gewählt, dass keine kurzfristigen Effekte mehr zu erwarten waren und die Erinnerungen an die Medienstation nicht schon zu sehr verblasst waren. Da es sich bei der Untersuchung einer Medienstation um einen sehr spezifischen Bereich und eine kurze Nutzungsdauer handelt, fiel die Wahl auf einen relativ kurzen Zeitraum von ca. 3 Monaten nach dem Besuch. Ein Konsens über geeignete Zeitpunkte für Follow-up-Untersuchungen wären für die Vergleichbarkeit von Studienergebnissen zwar wünschenswert (Anderson et al., 2007; Bell et al., 2009; Falk et al., 2004), jedoch kann es den idealen Zeitpunkt der Erhebung nicht geben, denn jeder Zeitpunkt ist nur ein Blick auf einen Effekt der sich unentwegt ändert.

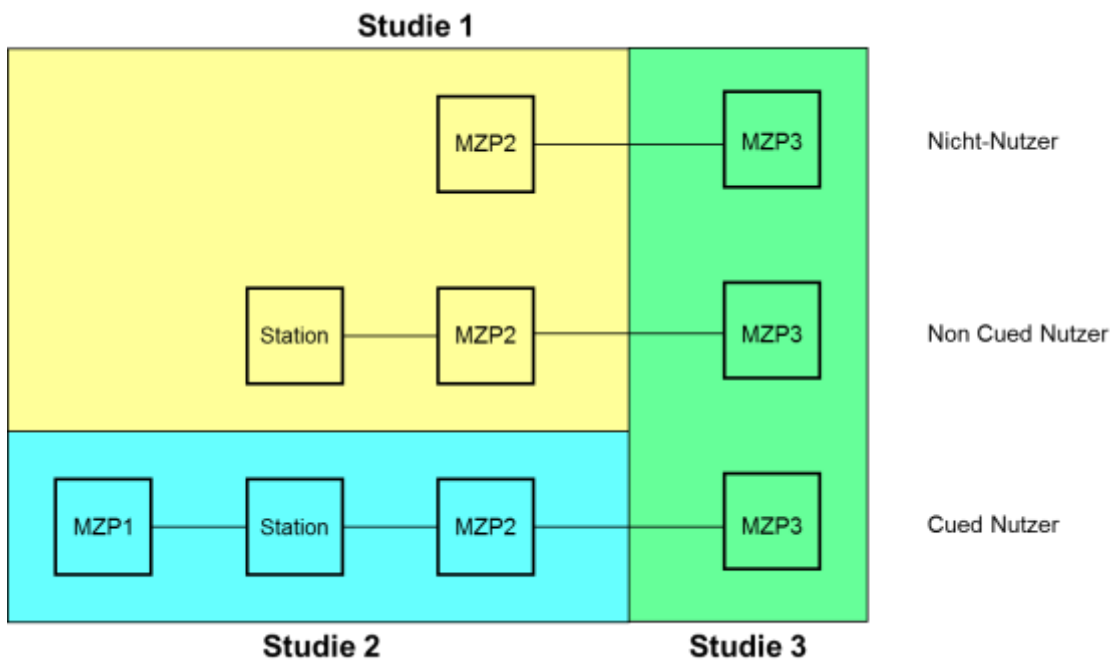


Abb. 18: Studiendesign der Hauptstudie

### Begriffsklärung

Besucher, die die Medienstation nicht nutzten, werden in der vorliegenden Arbeit als Nicht-Nutzer (NN) bezeichnet. Non Cued (NC) sind diejenigen Besucher, die aus eigenem Antrieb die Medienstation nutzten, d.h. unbeeinflusst durch den Interviewer. Einige dieser Nutzer waren nur bereit den kurzen (NN-)Fragebogen auszufüllen. Diese Gruppe wird in Abgrenzung zu den NC-l (lang) als NC-k (kurz) ausgewiesen. Cued Visitors (CU) sind Besucher, die speziell für Studie 2 rekrutiert wurden. Die Nutzung der Medienstation durch diese Besucher war Teil des Studiendesigns, erfolgte aber selbstgesteuert, entsprechend der Aufforderung, die Medienstation nach eigenen Interessen zu nutzen.

### *Vorstudie*

Vor den oben beschriebenen Hauptstudien wurde im Juni und Juli 2008 an der Medienstation eine Vorstudie durchgeführt, deren Ziel es war, die Befragungsdauer durch Skalenkürzungen zu reduzieren sowie die Fragebogen-Items und Antwortvorgaben auf Verständlichkeit zu überprüfen. Zudem war ein selbst entwickeltes Instrument zu den Besucher-Kenntnissen Gegenstand der Untersuchung. In dieser Fragebogenstudie mit Prä-Post-Design (Cued Visitors) wurden 70 Besucher der Chemieabteilung vor und nach ihrer Nutzung der Medienstation befragt. Aufgrund der Studienergebnisse konnten die gewünschten Kürzungen in den Skalen zur Motivation der Besucher vorgenommen werden. Einige Items des Kenntnisfragebogens wurden verändert und mit Mitarbeitern des Deutschen Museums (Natur- und Geisteswissenschaftlern) erneut diskutiert. Insbesondere im Bereich Wissenschafts- und Modellverständnis wurde deutlich, dass bei Besuchern ebenso wie bei Fachwissenschaftlern unterschiedliche Auffassungen über die Bedeutung der Begriffe vorliegen (z.B. was „wirklich“ in der Wissenschaft bedeutet) und, dass häufig kein Konsens darüber besteht, wie ein adäquates Verständnis aussieht.

### *Durchführung der Hauptstudien*

Die Untersuchung wurde in Form einer Fragebogenstudie in zwei Erhebungszeiträumen zwischen November 2008 und März 2009 in der Chemieabteilung des Deutschen Museums durchgeführt. Erhebungstage waren sowohl Wochentage als auch Wochenenden, Feiertage und Schulferien. Damit wurden sowohl Zeitpunkte mit sehr geringer als auch Tage mit sehr hoher Besucherdichte und mit unterschiedliche Besucherstrukturen (Herkunft, Schulklassen) abgedeckt. Aus organisatorischen Gründen konnte nicht an jedem Tag der avisierte Zeitraum von 11 bis 16 Uhr vollständig abgedeckt werden.

Alle Teilnehmer der Hauptstudien waren reguläre Besucher des Deutschen Museums. Aus zeitökonomischen Gründen in Bezug auf die Museumssituation und um möglichst unbeeinflusste Antworten zu Motivation und Kenntnissen zu erhalten, füllten die Teilnehmer den Fragebogen (vgl. Kapitel 6.1.3 und Anhang A1 bis A4) selbständig aus. Die wenigen offenen Fragen blieben häufig unbeantwortet. Während Studienteilnehmer Fragebögen ausfüllten oder die Medienstation besetzt war, wurden keine weiteren Besucher rekrutiert. Besucher in Begleitung wurden als natürliche, soziale Lernergruppe aufgefasst, jedoch aufgefordert den Fragebogen individuell zu beantworten.

*Teilstudie 1 (Non Cued Visitors und Nicht-Nutzer):* Diese Studie wurde zwischen dem 02.11.08 und dem 01.02.09 an insgesamt 40 Erhebungstagen in der Chemieabteilung des Deutschen Museums durchgeführt. Es wurde angestrebt, alle der Zielgruppe entsprechenden Nutzer der Medienstation zu befragen (vgl. Kapitel 6.1.2). Das Ausfüllen des Nutzer-Fragebogens dauerte ca. 10-15 min. Nicht-Nutzer wurden angesprochen, wenn sie an der Medienstation eindeutig vorbeigelaufen waren und sich zeitgleich keine Nutzer an der Medienstation befanden. Je nach Besucherdichte wurden Nicht-Nutzer zufällig ausgewählt oder alle Besucher angesprochen. Sie erhielten eine gekürzte Version des Fragebogens, die etwa 5 min. Bearbeitungszeit in Anspruch nahm. Dieser kürzere Fragebogen wurde auch denjenigen Nutzern angeboten, die aus Zeitgründen den längeren Fragebogen ablehnten oder sich auf Grund einer kursorischen Nutzung nicht auf den längeren einlassen wollten.

*Teilstudie 2 (Cued Visitors):* An elf Erhebungstagen im Zeitraum vom 15.02.09 bis zum 11.03.09 wurden Besucher der Chemieabteilung angesprochen und gebeten an einer Studie im Umfang von ca. 20 bis 30 min. teilzunehmen. Diese rekrutierten *Cued Visitors* füllten zunächst einen Eingangsfragebogen aus und wurden dann aufgefordert, die Medienstation ihren Interessen entsprechend zu nutzen. Im Anschluss an die Nutzung erhielten sie einen zweiten Fragebogen.

*Teilstudie 3 (Follow-up):* Für Studie 3 wurden die Versuchspersonen der Studien 1 und 2 gebeten eine Adresse zu nennen, um sie für eine Folge-Befragung kontaktieren zu können. Drei Monate nach ihrem Museumsbesuch wurden diejenigen Studienteilnehmer, für die eine Kontaktmöglichkeit bestand, zu einer Folgebefragung eingeladen (s. Kapitel 6.1.2). Handelte es sich um eine email-Adresse, erhielt der Teilnehmer einen Hyperlink, der direkt zur Online-Umfrage führte und den Teilnehmer über einen ihm zugeordneten Code identifizierte. Die Beantwortung der Umfrage konnte beliebig unterbrochen werden. Abbrecher der Umfrage und Teilnehmer, die sich bis dahin den Fragebogen nicht ange-



schauf hatten, erhielten zwei Wochen danach eine Erinnerungsnachricht. An Adressanschriften wurde ein Papier-Fragebogen verschickt, der an das Online-Design angepasst wurde. Es lag ein frankierter und adressierter Rückumschlag für die Antwort bei, jedoch wurde hier auf eine Erinnerungsnachricht verzichtet. Die letzte Einladungswelle erfolgte am 11.06.09, woraufhin der letzte Online-Teilnehmer am 02.07.09 antwortete und am 03.08.09 der letzte Fragebogen per Post eintraf.

### **6.1.2. Stichproben der Studien**

Im Folgenden werden die Stichprobenziehung und die Stichprobenentwicklung thematisiert, d.h. auf die Zielgruppen der Befragung, Verweigerer und Ausschlussgründe eingegangen und schließlich eine Übersicht über die jeweiligen Stichprobengrößen gegeben, die für Analysen zur Verfügung standen. Auf eine Beschreibung der Stichprobe im Sinne demographischer Daten wird hier verzichtet, da diese Gegenstand der ersten Teilstudie (Kapitel 7.1) sind.

#### *Teilstudien 1 und 2*

Entsprechend den inhaltlichen Anforderungen und den Zielgruppen der Kuratorin für die Medienstation wurden für die Untersuchung Besucher ab 14 Jahren rekrutiert. Deshalb konnten Familien nur bedingt berücksichtigt werden. Die Medienstation war auf Einzelnutzer ausgelegt und konnte von größeren Gruppen nicht adäquat genutzt werden, weshalb Besuchseinheiten von mehr als fünf Personen nicht befragt wurden. Da die Medienstation nur auf Deutsch verfügbar war, wurden keine fremdsprachigen Versionen des Fragebogens entwickelt und keine fremdsprachigen Besucher befragt. Der Anteil fremdsprachiger Besucher war während des Befragungszeitraums, entsprechend saisonaler Schwankungen, unterschiedlich groß. Teilweise machten sie neben Schulklassen den größten Anteil am gesamten Museumspublikum aus.

*Verweigerer:* Von den angesprochenen Besuchern lehnten insgesamt 43% die Teilnahme ab. Der Anteil an Verweigerern liegt damit im Rahmen von Besucherstudien im Deutschen Museum (z.B. Klein, 2000; Lewalter & Geyer, 2003). Die Verweigerungsquoten der beiden vorgestellten Teilstudien unterscheiden sich deutlich. Während im ersten Erhebungszeitraum, unter der Non Cued Bedingung, 38% der Besucher die Teilnahme ablehnten, handelte es in der zweiten Studie (Cued) um 63% der angesprochenen Personen. Der Anteil an Verweigerungen aus Zeitgründen lag bei den Cued Visitors bei 66%, im Vergleich zu 32% bei der kürzeren Non Cued Befragung. Es ist demnach anzunehmen, dass die längere Befragungsdauer bei Studie 2 ein Hauptgrund für die höhere Verweigerungsquote war. Während die Anwesenheit von Kindern (6% Non Cued, 0% Cued) relativ selten genannt wurde, gab ein hoher Anteil an Besuchern, mangelnde Lust an der Befragung als Grund für die Absage an (63% der Non Cued, 34% der Cued).

*Ausschlussgründe:* Das selbständige Ausfüllen des Fragebogens, der Freizeitcharakter des Museumsbesuchs sowie die komplexe Thematik der untersuchten Medienstation trugen vermutlich zu der relativ hohen Anzahl an Personen bei, die den Fragebogen unvollständig beantworteten. Von den 709 befragten Besuchern wurden 14 Personen ausgeschlossen, da sie einen zu großen Teil der Fragen oder besonders relevante Bereiche un-

beantwortet ließen. Weiterhin wurden 43 Besucher ausgeschlossen, da sie als Teilnehmer der Nicht-Nutzer-Studie die Medienstation nach Beendigung der Befragung doch nutzten. Aufgrund ihres zu geringen Alters (<14 Jahre) wurden 35 Besucher nachträglich ausgeschlossen. Die Anzahl der Personen, die für die Analyse nicht berücksichtigt werden, ist in Studie 2 (Cued) etwas geringer als in Studie 1, bei der Probanden aufgrund nachträglicher Nutzung ausfielen. In Studie 2 waren auch weniger unvollständige Fragebögen festzustellen.

### Teilstudie 3

Kontaktdaten lagen für 80% derjenigen Personen vor, die für die Analysen berücksichtigt werden konnten. Die Bereitschaft zu einer Folgebefragung war bei den Cued Visitors höher ausgeprägt als bei den Non Cued Visitors und Nicht-Nutzern. Aufgrund von Kontaktschwierigkeiten durch unzustellbare Post und emails reduzierte sich die Zahl möglicher Versuchspersonen. Insgesamt beteiligten sich 55% der erreichbaren Personen an Studie 3, wobei der Anteil bei den Cued Visitors (Studie 2) wiederum deutlich höher lag (66%).

*Fehlende Werte:* Bei den Studien im Museum brachen fast keine Besucher die Befragung ab, hingegen gab es in der Follow-up-Studie relativ viele Personen, die die Teilnahme vorzeitig beendeten und deshalb aufgrund fehlender Werte von der Analyse ausgeschlossen werden mussten (vgl. Tab. 3). Die Anzahl der Studienteilnehmer, die für die Analyse berücksichtigt werden konnten (VPN FU), entsprach 249 Personen aus Studie 1 (44%) und 38 Personen aus Studie 2 (61%).

Tab. 3: Stichprobenentwicklung

	VPN Museum	Adresse vorhanden	Adresse erreichbar	Teilnehmer Follow-up	VPN Follow-up
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
Gesamt	624 (100)	498 (80)	469 (75)	345 (55)	287 (46)
Non Cued (Studie 1)	562 (100)	442 (79)	413 (73)	304 (54)	249 (44)
Cued (Studie 2)	62 (100)	56 (90)	56 (90)	41 (66)	38 (61)

Auf Grund der verschiedenen Teilstichproben, die sowohl der Befragung im Museum (kurzer vs. langer Fragebogen) als auch dem Drop-Out geschuldet sind, ist eine Aussage über Gruppenunterschiede jeweils vom Zeitpunkt und der Fragestellung abhängig.

### 6.1.3. Instrumente

Um die Nutzungsentscheidung, die Entwicklung einer situationsspezifischen Motivation sowie Veränderungen der Kenntnisse der Besucher nachvollziehen zu können, wurden drei Studien durchgeführt und zu unterschiedlichen Messzeitpunkten jeweils leicht adaptierte Fragebögen eingesetzt. Die im *Contextual Model of Learning* (Falk & Dierking, 1992, 2000) genannten Merkmale (vgl. Kapitel 3.1.1) waren Grundlage für die Auswahl der Variablen. Die Zahl der erhobenen Parameter wurde so weit reduziert, dass sie sich mit vertretbarem Aufwand für die Museumsbesucher erfassen ließen. Ziel war eine möglichst kurze Befragungsdauer bei hoher Vergleichbarkeit der Befragungsgruppen. Tab. 4

gibt einen Überblick über die Parameter, die in den drei Studien jeweils erfasst wurden. Die Reihenfolge der Fragen wurde für die verschiedenen Fragebögen soweit als möglich beibehalten, wobei Fragen zur aktuellen Situation vor Blöcken zu dispositionalen Merkmalen und Motivation vor Fragen zu Kenntnissen gestellt wurden, um die Beeinflussung der situationalen Merkmale zu minimieren. Mit Ausnahme der Kenntnis-Skalen, die vor und nach der Nutzung der Medienstation eingesetzt wurden (MZP 1 und 2), wurde kein Instrument in einer Befragungssituation mehrfach verwendet.

*Studie 1:* In dieser Studie wurden zwei Versionen eines Fragebogens eingesetzt (vgl. Tab. 4 und Anhang A1 und A2). Die vollständige Version des Fragebogens beanspruchte ca. 10-15 min. Bearbeitungszeit. Einen gekürzten Fragebogen (ca. 5 min.) erhielten Besucher, welche die Medienstation nicht genutzt hatten. Hier wurde auf die Skalen zum emotionalen Erleben der Nutzung und auf die Kenntnis-Skalen verzichtet. Ebenfalls den kurzen Fragebogen erhielten Besucher, die aus Zeitgründen nicht die ausführlichere Version beantworten konnten, bzw. deren Nutzungsdauer sehr kurz war. Insbesondere Familien lehnten die etwas längere Befragung ab und Besucher mit sehr kurzer Nutzung fühlten sich häufig nicht in der Lage, Auskunft zu ihrem Erleben und der kognitiven Verarbeitung zu geben.

*Studie 2:* Für die Prä-Post-Studie 2 mit rekrutierten Besuchern wurden zwei Fragebögen erstellt (vgl. Tab. 4 und Anhänge A3 und A4). Diese Fragebögen wurden so gestaltet, dass sie weitgehend mit dem Fragebogen der Studie 1 übereinstimmte, insbesondere was die Reihenfolge der Skalen anbelangt. Der Wissensteil wurde sowohl im Prä-Test als auch im Post-Test eingesetzt.

*Studie 3:* Der Follow-up-Fragebogen wurde auf Basis der Fragebögen erstellt, die im Museum eingesetzt wurden (vgl. Tab. 4 und Anhang A5). Er enthielt keine Skalen, die sich auf kognitive und motivationale Prozesse in der Nutzungssituation der Medienstation beziehen. Zusätzlich wurden Instrumente eingesetzt, die die Erinnerungen an den Museumsbesuch, dessen Relevanz sowie zwischenzeitliche Aktivitäten in Zusammenhang mit den Themen der Chemieabteilung und Medienstation erfassen.

Tab. 4: Fragebogenbestandteile der Studien

Bereiche	Studie 1		Studie 2	Studie 3
	Nicht-Nutzer und NC-k	Non Cued (NC-I)	Cued (CU)	alle
Dispositionale Motivation	X	x	Prä	x
Selbstbezogene Kognition	X	x	Prä	x
Besuchsmotivation	X	x	Prä	
Besuchsmerkmale	X	x	Post	
Soziodemographische Daten	X	x	Post	x
Situationales Interesse		x	Post	
Motivationsrelevantes Erleben		x	Post	
Kognitive Lernaktivitäten		x	Post	
Kenntnisse		x	Prä/Post	x
Erinnerungen				x
Beschäftigung				x

Soweit möglich wurden bewährte Instrumente verwendet, die an den Kontext der Befragung angepasst und gekürzt wurden. Als Antwortformat wurden überwiegend fünfstufige Likert-Skalen verwendet, wobei der Wert 1 einer totalen Ablehnung („gar nicht“) und der Wert 5 einer völligen Zustimmung („völlig“, „sehr“) entspricht.

Im Folgenden werden für die Skalen und Einzelitems Angaben zu ihren Quellen sowie je ein Beispiel genannt. Zusätzlich werden für Skalen die Zahl der Items, die Probandenzahl (N), der Mittelwert (M) und die Standardabweichung (SD) und das Cronbachs Alpha ( $\alpha$ ) als Maß für die interne Konsistenz der Skalen angegeben.

### *Dispositionale Motivation*

Mit den in Tab. 5 vorgestellten Instrumenten wurde die Ausprägung der dispositionalen Motivation der Besucher, d.h. ein relativ zeitstabiles Merkmal erfasst. Die Messung erfolgte mit bereichsspezifischen und mit themenspezifischen Items, da eine Domänen- bzw. Themenspezifität der Motivation angenommen wird (vgl. Kapitel 3.2.1). Drei der Instrumente wurden an die PISA-Studie 2006 angelehnt. Zwei Skalen wurden entsprechend der behandelten Fachbereiche und spezifischen Inhalte der Medienstation selbst entwickelt.

Tab. 5: Instrumente: Dispositionale Interesse

Skala	Quellen	Beispiel-Item
Freude an Naturwissenschaften	orientiert an PISA 2006	Es macht mir Freude, mich mit naturwissenschaftlichen Problemen zu beschäftigen.
Persönlicher Wert der Naturwissenschaften	orientiert an PISA 2006	Naturwissenschaften helfen mir dabei, die Dinge um mich herum zu verstehen.
Naturwissenschaftsbezogene Aktivitäten	orientiert an PISA 2006	Ich lese etwas über naturwissenschaftliche Themen in Magazinen, Zeitungen, Büchern oder im Internet.
Interesse an Naturwissenschaften	Eigene Entwicklung	Wie groß schätzen Sie Ihr Interesse an Biologie ein?
Interesse an Themen der Station	Eigene Entwicklung	Wie groß schätzen Sie Ihr Interesse an Charakteristiken von Molekülmodellen ein?

Die Reliabilitäten der eingesetzten Instrumente sind für alle Studien und Messzeitpunkte insgesamt zufriedenstellend (vgl. Tab. 6 und Tab. 7). Die Skala *Naturwissenschaftsbezogene Aktivitäten* ist etwas weniger reliabel, da ein Item eine geringe Schwierigkeit und Trennschärfe aufweist („Ich sehe mir Fernsehsendungen über Naturwissenschaften an.“). Zu Gunsten einer umfassenden Betrachtung des Konstrukts wurde diese geringere Reliabilität in Kauf genommen und das Item in der Skala belassen. Die Skala *Interesse an Naturwissenschaften* ist ebenfalls etwas weniger reliabel, was auf die große Breite des Index zurückgeführt werden kann.

Tab. 6: Kennwerte: Dispositionale Motivation (MZP 1/MZP 2)

Skala	Items	Non Cued (Studie 1)				Cued (Studie 2)			
		N	M	SD	$\alpha$	N	M	SD	$\alpha$
Freude NW	3	562	3.81	1.00	.92	62	4.02	.87	.94
Wert NW	3	562	3.68	.93	.84	62	3.90	.89	.83
Aktivitäten NW	3	562	2.98	.94	.63	62	3.29	.99	.63
Interesse NW	4	562	3.51	.76	.63	62	3.56	.75	.64
Interesse TH	4	557	2.92	1.10	.91	62	3.10	1.10	.88

Tab. 7: Kennwerte: Dispositionale Motivation (MZP 3)

Skala	Items	Non Cued (Studie 3)				Cued (Studie 3)			
		N	M	SD	$\alpha$	N	M	SD	$\alpha$
Freude NW	3	249	3.91	.94	.93	38	4.01	.95	.93
Wert NW	3	249	3.82	.95	.88	38	3.96	1.04	.92
Aktivitäten NW	3	249	3.05	.87	.61	38	3.11	1.05	.67
Interesse NW	4	249	3.42	.75	.64	38	3.39	.88	.75
Interesse TH	4	249	2.70	1.10	.93	38	2.72	1.13	.96

### *Museumsspezifische Motivation*

Zur Erfassung der museumsspezifischen Motivation (vgl. Kapitel 3.2.2) wurden dichotome, ordinale und Likert-skalierte Einzelitems eingesetzt. Drei Items zur allgemeinen Häufigkeit von Museumsbesuchen (*Museumsaffinität*), zum Erst- oder Wiederholungsbesuch sowie zum letzten Besuch des Deutschen Museums sind an Evaluationsstudien des Deutschen Museums der Arbeitsgruppen von Lewalter und Klein angelehnt, um die Vergleichbarkeit mit diesen Ergebnissen zu gewährleisten. Das Item *Medienaffinität* erfasst, wie gerne die Teilnehmer Medienangebote in Museen wahrnehmen. Die Einzelitems *Besuchsziele* beziehen sich auf unterschiedliche Wünsche und Erwartungen, die Besucher mit dem Museumsbesuch verbinden. Unter Berücksichtigung verschiedener Studien (Briseño-Garzón et al., 2007a; Combs, 1999; Falk et al., 1998; Packer, 2004; vgl. Kapitel 3.2.2) wurden aus ökonomischen Gründen vier grundlegende Aspekte ausgewählt, von denen angenommen wird, dass sie einen Einfluss auf die Nutzung der Medienstation haben.

Tab. 8: Instrumente: Museumsspezifische Motivation

Einzelitems	Quellen	Beispiel-Item
Museumsaffinität	Evaluation DM	Wie viele Museen oder Ausstellungen haben Sie in den letzten 12 Monaten besucht?
Erstbesuche	Evaluation DM	Sind Sie heute das erste Mal im Deutschen Museum?
Letzter Besuch	orientiert an Evaluation DM	Wenn ja, wann war der letzte Besuch?
Medienaffinität	Eigene Entwicklung	Wie gerne nutzen Sie in Ausstellungen die vorhandenen Medienangebote (d.h. Computerterminals, Medienstationen)?
Besuchsziele	Eigene Entwicklung	Wie wichtig ist der Aspekt „Zeit mit Familie/Freunden verbringen“ für Ihren heutigen Besuch im Museum?

### *Selbstbezogene Kognition*

Unter dem Bereich der Selbstbezogenen Kognition werden das *Selbstkonzept der Begabung für Chemie* und die *Selbst eingeschätzten Kenntnisse in Naturwissenschaften* und die *Selbst eingeschätzten Kenntnisse zu Themen der Station* gefasst (vgl. Kapitel 3.3.3). Anders als in einer Unterrichtssituation stand den Nutzern der Medienstation nur deren Titel sowie deren Anmutung zu Verfügung, um einschätzen zu können, welche Anforderungen sie an die eigenen Fähigkeiten stellt. Auch das Studiendesign sprach dafür, nicht die situationsspezifische Selbstwirksamkeitserwartung zu erheben, da die Befragung bei den Cued Visitors vor und bei den Non Cued Visitors erst nach der Nutzung erfolgte. Für das dauerhaftere Selbstkonzept der Begabung als dispositionale, motivationsregulierende Variable (vgl. Kapitel 3.3.3) wurden zwei Items aus einer Studie von Köller et al. (2000) und ein Item von Schwarzer & Jerusalem (1999) ausgewählt und an den Kontext angepasst. Es wurde aufgrund der heterogenen Stichprobe und des Museumskontextes darauf verzichtet, dimensionale und soziale Vergleiche, wie sie in der Unterrichtsforschung üblich sind, zu verwenden. Die Selbsteinschätzung der Kenntnisse erfolgte analog zu den Instrumenten *Interesse an Naturwissenschaften* und *Interesse an Themen der Station* und wurde wiederum jeweils zu einer Skala zusammengefasst. Die Zusammenfassung der Items zu einer Skala *Naturwissenschaften* ist sinnvoll, wenn wie bei der untersuchten Medienstation Wissen aus mehreren Domänen angesprochen und aktiviert wird (Renkl, 2010; Schneider, 2006).

Tab. 9: Instrumente: Selbstbezogene Kognition

Skala	Quellen	Beispiel-Item
Kenntnisse in Naturwissenschaften	Eigene Entwicklung	Wie groß schätzen Sie Ihre Kenntnisse im Bereich Chemie ein?
Kenntnisse in Themen d. Station	Eigene Entwicklung	Wie groß schätzen Sie Ihre Kenntnisse bezüglich der Rolle der DNA für Proteine ein?
Selbstkonzept der Begabung in Chemie	orientiert an Köller et al. 2000; Schwarzer & Jerusalem 1999	Chemische Sachverhalte und Theorien liegen mir einfach nicht.

In der Skala *Selbstkonzept der Begabung in Chemie* lagen zwei von drei Items invertiert vor, um einer Tendenz zur Mitte vorzubeugen. Die Reliabilitäten der Instrumente zur selbstbezogenen Kognition liegen auf einem mittlerem bis hohem Niveau (vgl. Tab. 10 und Tab. 11).

Tab. 10: Kennwerte: Selbstbezogene Kognition (MZP 1/MZP 2)

Skala	Items	Non Cued (Studie 1)				Cued (Studie 2)			
		N	M	SD	$\alpha$	N	M	SD	$\alpha$
Kenntnisse NW	4	524	2.91	.77	.68	60	2.96	.93	.83
Kenntnisse TH	4	507	2.30	1.11	.91	60	2.39	1.21	.92
Selbstkonzept CH	3	562	3.29	1.01	.74	62	3.44	1.11	.87

Tab. 11: Kennwerte: Selbstbezogene Kognition (MZP 3)

Skala	Items	Non Cued (Studie 3)				Cued (Studie 3)			
		N	M	SD	$\alpha$	N	M	SD	$\alpha$
Kenntnisse NW	4	248	2.93	.80	.73	38	3.05	.95	.80
Kenntnisse TH	4	247	2.25	1.14	.95	38	2.47	1.36	.97
Selbstkonzept CH	3	249	3.36	1.08	.88	38	3.60	1.11	.81

### *Bewertung der Medienstation*

Die Items zur Bewertung der Medienstation wurden auf Grundlage mehrerer Studien zu edukativen Medien (u.a. Lewalter, 2003; Stiller, 1999; Wendorff, 2006) selbst zusammengestellt. Dabei wurden aus ökonomischen Gründen Einzelitems eingesetzt, um möglichst viele Aspekte abzudecken, die die Nutzung der Station und deren Wirkung beeinflussen könnten. Es sollten nicht nur ästhetische und inhaltliche Aspekte erfasst, sondern auch die instruktionale Qualität und Zugänglichkeit der Inhalte im Sinne einer einfachen Bedienbarkeit und übersichtlichen Strukturierung geprüft werden. In Tab. 12 werden für diese Einzelitems die Kennwerte dargestellt.

Tab. 12: Kennwerte: Wahrgenommene Instruktionsqualität der Medienstation

Einzelitems	Non Cued (Studie 1)			Cued (Studie 2)		
	N	M	SD	N	M	SD
Ansprechend	111	4.08	1.03	62	4.10	.94
Verständlich	111	4.11	.93	62	3.94	.89
Benutzerfreundlich	111	4.21	.97	61	4.30	.82
Übersichtlich	111	4.30	.95	62	4.34	.79
Informativ	111	4.00	1.01	62	4.16	.79

### *Motivationsrelevantes Erleben und situationales Interesse*

Zur Erfassung der situationsbezogenen motivationale Merkmale wurden Instrumente eingesetzt, die sich an den Theorien von Deci & Ryan (2000) zu den grundlegenden Bedürfnissen sowie an der Theorie zum situationalen Interesse (Hidi & Renninger, 2006; Mitchell, 1993) orientieren (vgl. Kapitel 3.2.1).

Die Skalen zum Kompetenz- und Autonomieerleben wurden in Anlehnung an Berger & Hänze (2004), Geyer (2008), Lewalter et al. (in Vorb.) und Lewalter (2002) zusammen-

gestellt und angepasst. Die soziale Eingebundenheit, der dritte Aspekt der *Basic Needs*, konnte aufgrund der Ausrichtung der Medienstation auf Einzelnutzer und der heterogenen Besuchersituation (Einzelbesucher, Paare, Gruppen) nicht erhoben werden. Es wurde deshalb allgemeiner das *Wohlfühlen* der Besucher in der individuellen bzw. der gemeinsamen Nutzungssituation erfasst.

Die Skala *Situationales Interesse* basiert auf einem Instrument von Lewalter et al. (in Vorb.) und Lewalter (2002), das für diese Studie gekürzt und angepasst wurde. Es umfasst eine erste Stufe des Interesses (Catch-Komponente) mit Aspekten wie Freude und Neugier, sowie eine zweite Stufe des situationalen Interesses (Hold-Komponente) mit autotelischem Charakter.

Tab. 13: Instrumente: Motivationsrelevantes Erleben und situationales Interesse

Skala / Einzelitem	Quellen	Beispiel-Item
Autonomieerleben	orientiert an Lewalter 2002; Berger & Hänze 2004; Geyer 2008	Ich hatte das Gefühl Entscheidungsspielräume zu haben.
Kompetenzerleben	orientiert an Lewalter 2002; Berger & Hänze 2004; Geyer 2008	Ich fühlte mich den Anforderungen gewachsen.
Subjektiver Lernerfolg		Ich habe das Gefühl etwas gelernt zu haben.
Wohlfühlen	Eigene Entwicklung	Ich fühlte mich wohl dabei, die Station gemeinsam mit anderen zu nutzen.
Situationales Interesse	Lewalter et al. (in Vorb.), Geyer 2008	Die Station hat meine Neugier geweckt.

In beiden Studien fielen die Reliabilitäten relativ hoch aus (vgl. Tab. 14). Da es sich bei der Skala *Situationales Interesse* um ein relativ neues Instrument handelt und für die Untersuchung individueller Museumserfahrungen wenig erprobt ist, wurde eine faktorenanalytische Prüfung durchgeführt. Diese ergab für Studie 1 ein 2-Faktorenmodell (vgl. Anhang A6) und bestätigte die der Skala zugrunde liegenden theoretischen Überlegungen. Die Faktorenstruktur in Studie 2 war ebenfalls zweifaktoriell (vgl. Anhang A7), jedoch wurde ein Item („Die Auseinandersetzung mit Inhalten der Station war mir wichtig“) in der Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation nicht dem Faktor Hold, sondern Catch zugeordnet. Die inhaltlichen Überlegungen zur Skalenzuordnung wurden jedoch weitgehend bestätigt und die theoretisch fundierte Skalenstruktur wird deshalb für die Auswertung beibehalten.

Tab. 14: Kennwerte: Motivationsrelevantes Erleben und situationales Interesse

Skala / Einzelitem	Items	Non Cued (Studie 1)				Cued (Studie 2)			
		N	M	SD	$\alpha$	N	M	SD	A
Autonomieerleben	3	110	3.36	.82	.69	62	3.25	.98	.71
Kompetenzerleben	3	111	3.86	.96	.76	62	3.90	.99	.87
Subjektiver Lernerfolg	1	110	3.12	1.17	-	62	3.44	1.18	-
Wohlfühlen	1	109	4.19	.96	-	59	4.46	.92	-
Situationales Interesse Catch	4	111	3.87	.69	.78	62	3.69	.72	.79
Situationales Interesse Hold	4	111	3.13	.82	.70	62	3.11	.85	.71



## Kognitive Lernaktivitäten

Die von den Studienteilnehmern berichteten *Kognitiven Lernaktivitäten* werden als Indikatoren für die kognitive Aktivierung und Verarbeitungstiefe der Inhalte der Medienstation verwendet. Das an die IPN Videostudie (Seidel et al., 2003) und an PISA 2006 (Taskinen et al., 2009) angelehnte Instrument wurde auf zehn Items reduziert und die Fragen für den Museumskontext teilweise angepasst. Aufgrund der partiellen Nutzung der Medienstation konnten die Lernaktivitäten nicht inhaltsspezifisch erfasst werden (vgl. Kapitel 3.3.3).

Tab. 15: Instrumente: Kognitive Lernaktivitäten

Skala	Quellen	Beispiel-Item
Kognitive Lernaktivitäten	orientiert an Seidel et al. 2003; PISA 2006	Ich konnte die einzelnen inhaltlichen Schritte gut nachvollziehen.

Die Reliabilitäten für die Skala und ihre Subskalen liegen auf mittlerem bis hohem Niveau, wobei sich die Werte bei Cued und Non Cued für die Subskala *Organisierende Prozesse* unterscheiden. Zur Verringerung der Unterschiede wurde ein Item vor der Skaleneildung ausgeschlossen („Ich habe versucht Zusammenhänge zu sehen.“). Insbesondere bei den Non Cued Visitors sind die Items der Subskala *Organisierende Prozesse* hoch mit den beiden anderen Subskalen korreliert. Die Reliabilität ist jedoch ausreichend, so dass die drei Subskalen entsprechend der theoretischen Skalenkonstruktion beibehalten werden.

Tab. 16: Kennwerte: Kognitive Lernaktivitäten

Skala	Items	Non Cued (Studie 1)				Cued (Studie 2)			
		N	M	SD	$\alpha$	N	M	SD	$\alpha$
Nachvollziehende Elaborationen	3	109	4.04	.87	.87	62	3.97	.88	.87
Vertiefende Elaborationen	3	109	2.95	.96	.72	62	2.86	1.09	.79
Organisierende Prozesse	3	109	3.39	.88	.74	62	3.36	.73	.60

## Kenntnisse und Vorstellungen

Mögliche Wirkungen einer Lerngelegenheit sollen mit Tests überprüft werden, die auf die Situation zugeschnitten sind und damit eine hohe ökologische Validität besitzen (Bell et al., 2009; Rennie & McClafferty, 1996a; Shapiro, 2004). Da kein valides Instrument zur Verfügung stand, das die spezielle Thematik der Medienstation ausreichend berücksichtigte, wurde zur Erfassung der Kenntnisse und ihrer Veränderung ein entsprechender Fragebogen entwickelt. Die Items wurden insbesondere an Studien von Chittleborough (2004), Leisner (2005) und Mikelskis-Seifert (2002) angelehnt und unter Mithilfe von Fachwissenschaftlern aus der Physik, Chemie und Biologie entwickelt, sowie im Laufe mehrerer Vortests angepasst. Eine detaillierte Analyse von Lernervorstellungen war mit dem Fragebogen nicht intendiert, vielmehr sollte dieser die Messung von Veränderungen ermöglichen, die aus der Nutzung der Medienstation resultieren.

Drei Subskalen decken den thematischen Umfang der Medienstation ab und gehen teilweise darüber hinaus und erstrecken sich in den Bereich der Natur der Naturwissenschaften und der epistemologischen und wissenschaftstheoretischen Überzeugungen (vgl. Kapitel 2.1.2 und 3.3.4). Die Subskala *Atome und Moleküle* thematisiert Vorstellungen zu Atomen, Molekülen, deren Darstellung und Erforschung (vgl. Kapitel 3.3.5). Die Subskala *Proteine und Antikörper* geht spezifischer auf den Zusammenhang von Form und Funktion bei Molekülen, insbesondere bei Antikörpern ein. Während die beiden ersten Skalen ihren Schwerpunkt auf die Modelleigenschaften (als Teil der fachbezogenen Kompetenz, vgl. Kapitel 3.3.5) legen, bezieht sich die dritte Subskala *Modellverständnis* explizit auf Modelle als Teil des Wissenschaftsverständnisses (Leisner, 2005a). Mit dieser Subskala werden die Vorstellungen zur Veränderlichkeit von Molekülmodellen, ihrer Multiplizität und ihrem Realitätsbezug erfasst sowie die Vorstellungen, zu deren Entstehungsprozess erhoben. Bis auf die Items 6 und 7 (vgl. Anhang A1) wurden alle Vorstellungen spezifisch für den Bereich Moleküle formuliert, da von einer Themen- und Bereichsspezifität des Modellverständnisses und der Modellkompetenz ausgegangen werden muss (Leisner, 2005a).

Faktorenanalysen mit Hauptkomponentenmethode und Varimax-Rotation ergaben für die unterschiedlichen Studiengruppen keine vollständig identische Faktorenstruktur, weshalb die theoretische Zuordnung zu den drei Subskalen weitestgehend beibehalten wurde. Diese Subskalen entsprechen den drei Abschnitten des Wissensfragebogens (s. Anhang A1). Ausnahmen sind die Items 2 und 8 des Fragebogenabschnitts *Atome und Moleküle*, die der Skala *Proteine und Antikörper* zugeschlagen wurden und das Item 10, das der Skala *Modellverständnis* zugeordnet wurde. Item 7 des Fragebogenabschnitts *Atome und Moleküle* wurde aufgrund schlechter Itemkennwerte bei der Skalenkonstruktion nicht berücksichtigt.

Zur Bewertung der Aussagen wurde eine fünfstufige Likert-Skala mit den Ausprägungen „trifft nicht zu“ (1) und (5) „trifft völlig zu“ eingesetzt. Die Teilnehmer wurden darauf hingewiesen nicht zu raten, sondern die Antwortmöglichkeit „3“ zu wählen, falls sie eine Frage nicht beantworten können. Diese Antwortskalierung wurde aufgrund von Erfahrungen von Leisner (2005) und Mikelskis-Seifert (2002) sowie eigener Vortests gewählt. Die Skalierung ermöglicht es, den Grad der Sicherheit der Antwort zu erfassen und zwischen unsicheren, fehlenden Kenntnissen (3) und Fehlvorstellungen (1, 2) zu unterscheiden. Für die Auswertung wurden acht Items rekodiert, die im Fragebogen invertiert vorlagen. Zur Veränderungsmessung wurde derselbe Fragebogen erneut eingesetzt. Dieses Verfahren hat den Nachteil, dass den Studienteilnehmern die Fragen bereits bekannt und ein Übungseffekt auftreten kann. Dieses Verfahren wurde gewählt, da der Einsatz abweichender Items beim Nachtest für ein gleichbleibendes Schwierigkeitsniveau und inhaltliche Ausrichtung problematisch sein kann (vgl. Garratt et al., 2000).

Tab. 17: Instrumente: Kenntnisse und Verständnis

Skala	Quellen	Beispiel-Item
Atome und Moleküle	v.a. Leisner 2005; Mikelskis-Seifert 2002	Ein Molekül ist eine Verbindung von mindestens zwei Atomen.
Proteine und Antikörper	Eigene Entwicklung	Die Abfolge der Aminosäuren im Antikörper wird durch die DNA festgelegt.
Modellverständnis	v.a. Chittleborough 2004	Je nach Kontext und Zweck werden andere Molekülmodelle / Visualisierungen verwendet.

Während das Instrument insgesamt eine gute Reliabilität erzielt, fällt die interne Konsistenz für einzelne Subskalen und einzelne Messzeitpunkte schwächer aus (vgl. Tab. 18, Tab. 19 und Tab. 20). Dabei liegen die Reliabilitäten im Follow-up-Test (Studie 3) durchgehend höher und erreichen überwiegend ein mittleres Niveau. Das Instrument ist für die Non Cued Stichprobe in fast allen Subskalen deutlich reliabler als für die Cued Stichprobe.

Für ein selbst entwickeltes Instrument ist die Reliabilität der Skalen zufriedenstellend, zudem, wenn die breite Thematik und die unterschiedlichen Schwierigkeitsniveaus berücksichtigt werden, die abgedeckt werden sollten.

Tab. 18: Kennwerte: Kenntnisse und Verständnis (MZP 1)

Skala	Items	Cued (Studie 2)			
		N	M	SD	$\alpha$
Gesamtskala	25	62	4.02	.46	.80
Subskala Atome und Moleküle	7	62	4.14	.57	.57
Subskala Proteine und Antikörper	7	62	4.23	.56	.65
Subskala Modellvorstellungen	11	62	3.82	.56	.65

Tab. 19: Kennwerte: Kenntnisse und Verständnis (MZP 2)

Skala	Items	Non Cued (Studie 1)				Cued (Studie 2)			
		N	M	SD	$\alpha$	N	M	SD	$\alpha$
Gesamtskala	25	111	4.09	.49	.82	62	4.29	.44	.80
Subskala Atome und Moleküle	7	111	4.16	.58	.61	62	4.45	.52	.55
Subskala Proteine und Antikörper	7	111	4.28	.63	.61	62	4.54	.47	.52
Subskala Modellvorstellungen	11	111	3.93	.55	.65	62	4.04	.58	.66

Tab. 20: Kennwerte: Kenntnisse und Verständnis (MZP 3)

Skala	Items	Non Cued (Studie 3)				Cued (Studie 3)			
		N	M	SD	$\alpha$	N	M	SD	$\alpha$
Gesamtskala	25	249	3.97	.51	.87	38	4.24	.46	.84
Subskala Atome und Moleküle	7	249	4.08	.63	.71	38	4.35	.57	.62
Subskala Proteine und Antikörper	7	249	4.17	.63	.73	38	4.32	.60	.69
Subskala Modellvorstellungen	11	249	3.78	.56	.74	38	4.11	.51	.70

Vor der Nutzung der Medienstation erreichten die *Cued Visitors* in den einzelnen Items Werte zwischen 15% und 89% (vgl. Anhang A8). Die mittlere Lösungswahrscheinlichkeit

beträgt 51%, was einer angemessenen Schwierigkeit entspricht. In jeder Subskala wurde vor der Nutzung der Medienstation mindestens einmal der Maximalwert erreicht: sieben Personen im Bereich *Atome und Moleküle*, zehn Besucher im Bereich *Proteine und Antikörper* und ein Besucher in der Skala *Modellverständnis* beantworteten alle Items angemessen.

Nach der Nutzung der Medienstation liegen die Lösungswahrscheinlichkeiten der einzelnen Items bei der Cued Stichprobe zwischen 18% und 92% mit einer mittleren Lösungswahrscheinlichkeit von 68%. Bei den *Non Cued Visitors (NC-I)* fällt die Lösungswahrscheinlichkeit (nach der Nutzung der Medienstation) mit 56% niedriger aus als für die Cued-Stichprobe. Die niedrigste Lösungswahrscheinlichkeit eines Items lag bei 18%, das damit zu schwer war. Die höchste Lösungsrate lag bei 86% (vgl. Anhang A9).

Im zeitverzögerten Follow-up-Test (Studie 3, vgl. Anhänge A8 bis A10) wurden Lösungswahrscheinlichkeiten der einzelnen Items zwischen 18.4% und 89.5% für die *Cued Visitors* erreicht und 17% und 82% für die *Non Cued Visitors* (Teilgruppe mit langem Fragebogen). Die mittlere Lösungswahrscheinlichkeit der Gesamtskala ist mit 60% bei den Cued höher als für die Non Cued (51%). Bei denjenigen Besuchern, die die Medienstation zwar genutzt, aber nur zum Messzeitpunkt 3 einen Wissensfragebogen ausfüllten<sup>3</sup> (*NC-k*), liegen die Lösungswahrscheinlichkeiten zwischen 8% und 86%. Die mittlere Lösungswahrscheinlichkeit bezogen auf die ganze Skala ist mit 47% deutlich niedriger als in den anderen beiden Gruppen. Betrachtet man abschließend die Gruppe der *Nicht-Nutzer*, die den Kenntnisfragebogen ebenfalls nur zum MZP 3 ausfüllten, fällt auf, dass die mittlere Lösungswahrscheinlichkeit hier noch einmal bedeutend niedriger liegt (37%). Das schwerste Item hat eine Lösungswahrscheinlichkeit von 8% und das leichteste Item eine Wahrscheinlichkeit von 70%.

Die heterogene Besucherstruktur mit unterschiedlichen Kenntnisniveaus und Schwerpunktsetzungen bei der Nutzung erforderte einen Fragebogen, der sowohl die breiten Themen der Medienstation (Forschung, Darstellung, Funktion) als auch verschiedene Schwierigkeitsniveaus abdeckte. Die Lösungswahrscheinlichkeiten, d.h. der prozentuale Anteil völlig angemessener bzw. richtiger Antworten in den einzelnen Items lag dementsprechend weit auseinander. Insgesamt bewegte sich der überwiegende Teil der Items für alle Stichproben in einem akzeptablen Rahmen zwischen 20-80% richtiger Antworten.

### *Erinnerungen und Folgebeschäftigungen*

Die Erinnerungen und Folgebeschäftigungen der Besucher sind wichtige Effekte eines Museumsbesuchs, gleichzeitig dienen sie als Kontrollvariablen, da sie wiederum Einfluss auf Kenntnisse und Motivation zum MZP 3 haben können (vgl. Kapitel 3.1.2). Zur Erfassung der Erinnerungen, des subjektiven Werts des Museumsbesuchs, der Häufigkeit und Art von Folgebeschäftigungen und deren Gründe wurden Einzelitems mit überwiegend kategorialen Antwortvorgaben eingesetzt.

---

<sup>3</sup> Besucher, die nur zum MZP 3 den Wissensfragebogen ausfüllten, konnten sowohl Kurz-Nutzer der Medienstation sein als auch solche, die sich nur für den kurzen Fragebogen bereit erklärten (vgl. Kapitel 6.1.1).

Tab. 21: Instrumente: Erinnerungen und Folgebeschäftigungen

Bereich	Items	Quellen	Beispiel-Item
Qualität der Erinnerung	4	Eigene Entwicklung	Wie gut können Sie sich an Ihren Besuch im Deutschen Museum erinnern?
Beschäftigungsumfang	4	Eigene Entwicklung	Wie häufig haben Sie sich seit dem Museumsbesuch mit Inhalten der Medienstation beschäftigt?
Beschäftigungsentwicklung	2	Eigene Entwicklung	Haben Sie sich seit dem Museumsbesuch häufiger als vorher mit Inhalten der Chemieabteilung beschäftigt?
Beschäftigungsentwicklung Begründung	2	Eigene Entwicklung	Inwiefern hing das auch mit dem Besuch der Chemieabteilung zusammen?
Wert	2	Eigene Entwicklung	Haben Ihnen Inhalte der Chemieabteilung beim Verständnis von anderen Sachverhalten geholfen?
Besuch (Wiederholung)	2	Eigene Entwicklung	Waren Sie seit dem Besuch vor ca. 3 Monaten noch einmal im Deutschen Museum?

### *Besuchssituation*

Das Besuchsverhalten der Museumsbesucher wird von unterschiedlichsten Faktoren beeinflusst. In verschiedenen empirischen Studien wurden u.a. das absolute und noch verbleibende Zeitbudget, die Museumsmüdigkeit und die soziale Begleitsituation als relevante Faktoren identifiziert (u.a. Falk & Dierking, 1992, 2000; vgl. Kapitel 3.1.1). Die *aktuelle Besuchssphase* ist als Indikator für eine mögliche Museumsmüdigkeit und Zeitknappheit zu bewerten. Eine umfassende Erhebung der Museumsmüdigkeit und deren Faktoren (vgl. Bitgood, 2009b; Davey, 2005) stand nicht im Fokus der Untersuchung und wurde zugunsten einer kürzeren Befragungsdauer unterlassen.

Tab. 22: Instrumente: Besuchssituation

Einzelitem	Items	Quellen	Beispiel-Item
Aktuelle Besuchssphase	1	Eigene Entwicklung	Sind Sie jetzt am Anfang, in der Mitte oder am Ende Ihres Besuchs?
Geplante Aufenthaltsdauer	1	orientiert an Evaluation DM	Wie lange planen Sie sich heute im Museum aufzuhalten?
Begleitsituation	1	orientiert an Evaluation DM	Sind Sie alleine oder in Begleitung gekommen?

### *Soziodemographische Merkmale*

Das *Alter*, *Geschlecht*, der derzeit *angestrebte bzw. erreichte Bildungsabschluss* sowie der *naturwissenschaftliche Schwerpunkt in Ausbildung oder Beruf* der Teilnehmer wurden im letzten Fragebogenabschnitt erfasst. Diese Variablen wurden zur Stichprobenbeschreibung und zum Vergleich mit der Besucherstruktur des Deutschen Museums, aber auch als Kontrollvariablen für die Nutzung von Ausstellungsangeboten und deren Wirkung erhoben (vgl. Kapitel 7.1).

Tab. 23: Instrumente: Soziodemographische Merkmale

Einzelitems	Quellen	Beispiel-Item
Geschlecht		Ihr Geschlecht: männlich / weiblich
Alter		Ihr Alter (offene Abfrage)
Bildung	orientiert an Evaluation DM	Welchen Bildungsabschluss haben Sie oder streben Sie derzeit an?
Naturwissenschaftlicher Schwerpunkt	orientiert an Evaluation DM	Haben Sie einen Beruf oder eine Ausbildung mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt?

Die Antwortkategorien zur Bildung wurden zur besseren Vergleichbarkeit zu drei Niveaus zusammengefasst, die sich an der *International Standard Classification of Education ISCED* von 1997 (vgl. Unesco, 2006) orientieren. Unter „niedriges Bildungsniveau“ wurden diejenigen Besucher gefasst, die einen Hauptschul- oder Realschulabschluss besitzen oder anstreben. Personen mit mittlerem Bildungsniveau haben eine Ausbildung, Lehre oder das Abitur. Ein höheres Bildungsniveau zeichnete diejenigen Personen aus, die ein Studium oder eine Promotion absolvieren oder abgeschlossen haben.

## 6.2. Auswertungsverfahren

Die in dieser Arbeit zur Hypothesenprüfung eingesetzten wichtigsten statistischen Tests, insbesondere die Verfahren zur Unterschiedsprüfung und Regressionsanalysen, werden im Folgenden vorgestellt.

### 6.2.1. Verfahren zur Unterschiedsprüfung

#### *Vergleich unabhängiger Stichproben*

Der t-Test für unabhängige Stichproben wird eingesetzt um überzufällige Mittelwertsunterschiede zwischen zwei Beobachtungsgruppen aufzudecken. Sie werden in der vorliegenden Studie insbesondere zum Vergleich der verschiedenen Gruppen: Nutzer und Nicht-Nutzer der Medienstation sowie Cued Visitors und Non Cued Visitors eingesetzt. Voraussetzungen für die Durchführung von t-Tests sind insbesondere bei kleinen Stichproben, die Normalverteilung der intervallskalierten Werte sowie homogene Varianzen in den beiden zu vergleichenden Stichproben (Bortz, 2005). Im Falle von Varianzheterogenität findet die Korrektur nach Welch Anwendung (Bortz, 2005). Zwar zeigt sich der t-Test robust gegen Verletzungen dieser Voraussetzungen, bei deutlich unterschiedlichen Stichprobenumfängen und gleichzeitig vorliegender Varianzheterogenität kann es jedoch zu Fehlentscheidungen kommen. In diesem Fall wird (zusätzlich) die Anwendung verteilungsfreier Verfahren empfohlen (Bortz, 2005, S. 141). Da in der vorliegenden Studie in mehreren Fällen die Prämisse der Normalverteilung einer Variablen nicht erfüllt ist, wird für jeden Vergleich auch das nonparametrische Ergebnis berechnet und berichtet, wenn dieses vom t-Test abweicht: „Kann über die geprüfte Hypothese aufgrund beider Verfahren in gleicher Weise entschieden werden, erübrigen sich weitere Spekulationen über die Angemessenheit der zur Auswahl stehenden Verfahren. Führen die beiden Verfahren hingegen zu unterschiedlichen Ergebnissen, ist demjenigen Verfahren der Vorzug zu geben, das weniger Anforderungen an die Skalenqualität des erhobenen Datenmaterials stellt“ (Bortz, 1999, S. 134). Als verteilungsfreies oder nonparametrisches Äquivalent zum t-

Test wird der U-Test nach *Mann-Whitney* eingesetzt. Die Test-Stärke des U-Tests ist etwas schwächer als die des parametrischen Verfahrens (Zöfel, 2003). Er vergleicht ebenfalls zwei unabhängige Stichproben auf signifikante Unterschiede in ihrer zentralen Tendenz, wofür die Messwerte in Rangplätze überführt werden. Die zu vergleichende Variable muss dabei mindestens ordinalskaliert sein. Für nominale Messwerte wird in dieser Studie mit dem  $\chi^2$ -Test geprüft, ob Gleichverteilung vorliegt bzw. ob sich zwei Häufigkeiten unterscheiden. Der  $\chi^2$ -Test unterliegt der Prämisse, dass die erwarteten Häufigkeiten in den Feldern der Kreuztabelle mehr als fünf betragen, wobei in 20% der Felder Werte unter fünf toleriert werden (Bortz, 2005; Zöfel, 2003). Einfaktorielle Varianzanalysen wurden eingesetzt, wenn mehr als zwei unabhängige Gruppen auf Unterschiede geprüft werden sollten. Zu den Voraussetzungen zählen hier insbesondere das Intervallskalenniveau der Variablen, die Normalverteilung der Werte sowie die Varianzhomogenität zwischen den Gruppen. Insbesondere bei größeren Stichproben mit gleicher Gruppenstärke reagiert die Varianzanalyse robust auf Varianzheterogenität.

### *Vergleich abhängiger Stichproben*

Sollen abhängige oder verbundene Messwerte auf Unterschiede in ihrer zentralen Tendenz geprüft werden, z.B. bei parallelisierten Stichproben oder bei Messwiederholungen, finden Tests Anwendung, die berücksichtigen, dass die Varianzen der beiden Messreihen sich gegenseitig beeinflussen (Bortz, 2005). In der vorliegenden Arbeit findet dieses Verfahren insbesondere in der kurz- und mittelfristigen Veränderungsmessung (Teilstudien 2 und 3) Anwendung. Bei Stichproben unter  $N=30$  muss die Voraussetzung erfüllt sein, dass sich die Differenzen in der Stichprobe annähernd normal verteilen. Auch hier gilt jedoch, dass der t-Test relativ robust auf Verletzungen dieser Voraussetzung reagiert (Bortz, 2005). Die nonparametrische Alternative für den t-Test für abhängige Stichproben ist der Wilcoxon-Test, der die Mediane bzw. Rangsummen der beiden Messzeitpunkte auf Veränderung prüft. Die Ergebnisse der nonparametrischen Tests werden nur bei Abweichung vom parametrischen Testverfahren berichtet.

### **6.2.2. Regressionsanalysen**

Im Folgenden werden zwei Formen der Regressionsanalyse vorgestellt, die sich für unterschiedliche Skalenniveaus der abhängigen Variablen eignen. Die binär-logistische Regressionsanalyse ist eine Form der Regression, die eingesetzt wird, um die Eintrittswahrscheinlichkeit der Ausprägungen einer dichotomen abhängigen Variable zu bestimmen (Albers et al., 2009). Dies ist in der vorliegenden Studie bei der Analyse von Einflussfaktoren auf die Nutzungsentscheidung an der Medienstation der Fall. Die multiple lineare Regressionsanalyse ist hingegen ein häufig eingesetztes Verfahren, um die Beziehungen zwischen einer metrischen abhängigen Kriteriumsvariablen und mehreren unabhängigen Variablen zu untersuchen (Backhaus et al., 2008). Diese Form der Regressionsanalyse wird in dieser Arbeit zur Identifikation von Variablen eingesetzt, die das situationale Interesse, die Veränderung der dispositionalen Motivation und der selbstbezogenen Kognition sowie die kognitive Wirkung (Wissensveränderung) beeinflussen.

## Logistische Regressionsanalyse

Mit Hilfe der logistischen Regressionsanalyse kann geklärt werden, anhand welcher Variablen zwei Gruppen besonders gut unterschieden werden können bzw. mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Ereignis in Abhängigkeit verschiedener Einflussgrößen zu erwarten ist (Backhaus et al., 2008). Als Prädiktoren können sowohl metrische als auch kategoriale Variablen, in Form von Dummy-Variablen, in die Analyse eingehen. Im Vergleich zur Diskriminanzanalyse und zur linearen Regression kann die logistische Regressionsanalyse als wesentlich robuster angesehen werden, zudem ist sie an weniger strenge Voraussetzungen geknüpft. Als solche gelten: die Unabhängigkeit der Prädiktoren (keine Autokorrelation) und die Abwesenheit von Multikollinearität (Albers et al., 2009; Backhaus et al., 2008). Eine gewisse Anzahl an Messungen wird vorausgesetzt, wobei in der Literatur sehr unterschiedliche Angaben hierzu gemacht werden (z.B. pro Gruppe  $n > 25$ ;  $N > 100$ ; vgl. Albers et al., 2009, S. 267; Backhaus et al., 2008, S. 288). Prinzipiell ist das Verhältnis von Beobachtung zur Anzahl unabhängiger Variablen ausschlaggebend. Peduzzi et al. (1996) und Vittinghoff & McCulloch (2007) empfehlen mindestens 5-10 Beobachtungen pro unabhängiger Variable, wobei jeweils die Gruppe mit der geringeren Anzahl an Versuchspersonen als Referenz herangezogen wird.

Während in der linearen Regression die Regressionskoeffizienten als Schätzungen für die Veränderung der abhängigen Variable interpretierbar sind, ist dies aufgrund des nicht-linearen Funktionsverlaufs der logistischen Regression nicht möglich (Backhaus et al., 2008). Die Regressionskoeffizienten in der logistischen Regression sind weder untereinander vergleichbar, noch ist die Wirkung einer unabhängigen Variablen über ihre gesamte Breite konstant (Backhaus et al., 2008). Es kann zunächst nur die Richtung des Einflusses der unabhängigen Variablen festgestellt werden. Um die Höhe des Einflusses der unabhängigen Variablen auf die Eintrittswahrscheinlichkeiten der abhängigen Variable einzuschätzen, wird die *odds ratio*, das Wahrscheinlichkeitsverhältnis angegeben (auch als  $\exp(b)$  oder *Effektkoeffizient* bezeichnet). „Erhöht sich eine unabhängige Variable um eine Einheit [...], so vergrößert sich das Chancenverhältnis zu Gunsten des Ereignisses  $y=1$  (Odds) um den Faktor  $e^{bj}$ “ (Backhaus et al., 2008, S. 260). Ein  $\exp(b)$  Wert  $> 1$  bedeutet eine Erhöhung der Chance, Werte  $< 1$  eine Verringerung der Chance. Ein  $\exp(b)$ -Wert von 1 bedeutet, dass kein Einfluss des Prädiktors auf die abhängige Variable besteht. Sowohl in der linearen als auch in der logistischen Regression weicht die Interpretation von Dummy-codierten Variablen von derjenigen der metrischen Prädiktoren ab. Die Interpretation erfolgt hier in Bezug auf das gesamte Variablen-Set, d.h. der Effektkoeffizient gibt an, wie sich das Chancenverhältnis im Vergleich zur Referenzkategorie ändert (Albers et al., 2009).

Um Anhaltspunkte für die Güte des Modells zu geben, d.h. wie gut die Prädiktoren zusammen zur Trennung der beiden Ausprägungen der abhängigen Variablen beitragen (Backhaus et al., 2008), werden Nagelkerkes  $R^2$  (Varianzaufklärung), die Klassifizierungsergebnisse (Zuordnung der Personen zu den Gruppen) und der Hosmer-Lemeshow-Test (Vergleich der vorhergesagten und den beobachteten Werten) herangezogen. Eine schlechte Passung des Modells kann auf einer ungenügenden Modellspezifikation beruhen (Erweiterung, Modifikation des Modells ist dann notwendig), aber auch auf atypisches



Antwortverhalten einzelner Beobachtungen (Ausreißer) zurückgeführt werden (Backhaus et al., 2008).

### *Multiple lineare Regressionsanalyse*

In der Regressionsanalyse soll eine Funktion bzw. Regressionsgerade gefunden werden, die möglichst gut zur empirischen Werteverteilung passt, d.h. die nicht erklärten Abweichungen minimiert (Backhaus et al., 2008). Die Prädiktoren sollen ein metrisches Skalenniveau besitzen und normalverteilt sein (Rasch et al., 2006). Als Spezialfälle können auch natürlich-binäre Variablen sowie Dummy-Variablen als Prädiktoren berücksichtigt werden können (Backhaus et al., 2008). Hauptvorteil der multiplen Regressionsanalyse im Vergleich zur einfachen linearen Regression oder Korrelationsanalyse ist die Bestimmung des relativen Einflusses einer Variablen im Kontext anderer Prädiktoren, d.h. die Berücksichtigung eventueller Interkorrelationen (Rasch et al., 2006). Zusammenhänge können somit quantifiziert sowie die Werte der abhängigen Variablen prognostiziert werden (Backhaus et al., 2008).

Die Regressionskoeffizienten können nur dann in ihrer Höhe verglichen werden, wenn sie in gleichen Einheiten gemessen wurden. Deshalb werden die standardisierten *Beta*-Koeffizienten betrachtet (Backhaus et al., 2008). Der Beta-Koeffizient drückt aus, um wie viele Standardabweichungs-Einheiten sich die abhängige Variable verändert, wenn die unabhängige Variable sich um eine Standardabweichung vergrößert oder verringert, unter der Voraussetzung, dass die restlichen Einflussgrößen konstant gehalten werden (Bühner & Ziegler, 2009; Rasch et al., 2006).

Als globales Gütemaß für das Regressionsmodell wird das Bestimmtheitsmaß  $R^2$  berichtet, das sich auf das Verhältnis der Varianz vorhergesagter und beobachteter Werte bezieht (Backhaus et al., 2008). Multipliziert man das Bestimmtheitsmaß mit zehn, erhält man den Prozentsatz, der durch die Regressionsfunktion aufgeklärten Varianz (Rasch et al., 2006). Da das Bestimmtheitsmaß  $R^2$  mit der Zahl der unabhängigen Variablen steigt, wird eine Korrekturgröße eingeführt (korrigiertes  $R^2$ ), die die Zahl der Regressoren berücksichtigt (Backhaus et al., 2008).

*Prüfung auf Multikollinearität:* Spezifische Anteile der Prädiktoren an der Erklärung der Kriteriumsvarianz können nur exakt bestimmt werden, wenn die Prädiktoren voneinander unabhängig sind. Diese Forderung ist jedoch selten vollständig erfüllt. Ausgeprägte Korrelationen zwischen den Prädiktoren können dazu führen, dass die Schätzung der Regressionsparameter unzuverlässig und Koeffizienten über- oder unterschätzt werden. Zudem können starke Änderungen der Koeffizienten auftreten, wenn eine Variable hinzugefügt oder entfernt wird (Backhaus et al., 2008) oder „die Koeffizienten Vorzeichen annehmen, die theoretischen Überlegungen widersprechen“ (Albers et al., 2009, S. 221). Zur Feststellung inwiefern Multikollinearität vorliegt, eignen sich verschiedene Verfahren (Korrelation, Hilfsregressionen und Eigenwert).

Die Richtwerte, ab denen von einer Multikollinearität ausgegangen werden muss, weichen in der Literatur stark voneinander ab: Werte  $<.10$ , teilweise auch Werte  $<.08$  werden beim Toleranzwert (TOL) als kritisch bezeichnet. Gleiches gilt für den Varianzinflations-

faktor (VIF), für den Werte  $>2.0$  oder auch  $>10.0$  als Indizien für Multikollinearität genannt werden (Albers et al., 2009; Bühner & Ziegler, 2009; Stevens, 1992). Als numerische Verfahren zur Aufdeckung von Multikollinearität gelten die Eigenwertmethode und der Konditionsindex (Albers et al., 2009). Von Multikollinearität ist auszugehen, wenn ein hoher Konditionsindex vorliegt und ein Eigenwert die Varianz mehrerer Koeffizienten in hohem Maße erklärt. Bei Konditionsindizes von  $>15.00$  wird von mäßiger Multikollinearität, bei Werten  $>30.00$  von starker Multikollinearität gesprochen (Bühner & Ziegler, 2009). Während in der vorliegenden Studie der Toleranzwert und der Varianzinflationsfaktor nie in dem von Urban & Mayerl (2006) benannten kritischen Bereich (Toleranzwert nicht unter  $.25$  und der VIF nicht über  $5.00$ ) liegen, werden in mehreren Regressionsmodellen Werte über  $KI > 30.0$  (vgl. Bühner & Ziegler, 2009) erreicht. In der vorliegenden Arbeit werden deshalb mehrere Aspekte zur Bewertung der Multikollinearität berücksichtigt.

Zur Verringerung der Multikollinearität können verschiedene Ansätze verfolgt werden. Die Entfernung von Variablen ist ein in der Praxis häufig angewandtes Verfahren, das auf der Überlegung beruht, dass eine von mehreren hoch korrelierenden Variablen ausreicht, die Varianz der abhängigen Variablen zu erklären (Albers et al., 2009). Der Ausschluss von Variablen sollte dabei theoriegeleitet erfolgen, kann aber durch weitere Analysen der Korrelationen und Varianzanteile unterstützt werden. Entsprechend dieser Herangehensweise werden Variablen aufgrund geringer Zusammenhangsstärken (und fehlender Signifikanz) aus den weiteren Berechnungen ausgeschlossen. Zum anderen könnte eine Bündelung von hoch korrelierenden Variablen erfolgen, d.h. ein Index gebildet werden. Dieses Verfahren setzt voraus, dass sich die Indexbildung sowohl durch eine Faktorenanalyse als auch inhaltlich begründen lässt (Albers et al., 2009). In der vorliegenden Studie wird der Ausschluss von Variablen mit niedrigen Beta-Koeffizienten bzw. eine theoretisch begründete Wahl bevorzugt. Sparsame Modelle bieten eine größere Stabilität der Ergebnisse und damit eine bessere Interpretierbarkeit (Backhaus et al., 2008). Sie vermeiden die Gefahr der *capitalization of chance* bei relativ kleinen Stichproben und einer potentiell großen Anzahl an Prädiktoren. Um die Gefahr einer Überschätzung des Bestimmtheitsmaßes  $R^2$  zu reduzieren, werden daher möglichst wenige Prädiktoren in die Regressionsmodelle aufgenommen. Dadurch werden zudem unerwünschte Effekte aufgrund von Multikollinearität zwischen den Prädiktoren verringert (Albers et al., 2009). Allerdings lassen sich so keine Interaktionseffekte mit anderen Variablengruppen aufdecken und nicht die relative Bedeutsamkeit der Variablen einschätzen (Rasch et al., 2006). Ergänzend wurden deshalb in der vorliegenden Arbeit schrittweise Regressionsanalysen durchgeführt, da hinsichtlich der einzelnen Lernförderlichkeitsmerkmale die Gewichtung empirisch noch nicht befriedigend geklärt ist und damit ein exploratives Verfahren zur weiteren Klärung adäquat schien. Durch das günstigere Verhältnis von Variablen zu Probandenzahl und die geringere Multikollinearität konnte zudem die Modellgüte verbessert werden.

### 6.2.3. Effektstärken

Um die praktische Bedeutsamkeit signifikanter Unterschiede beurteilen zu können, werden zusätzlich zur Signifikanzprüfung empirische Effektstärken angegeben.

Für t-Tests mit unabhängigen Stichproben wird die Effektstärke  $d$  berichtet, wozu die empirische Differenz der Mittelwerte an der Streuung des untersuchten Merkmals standardisiert wird (Bortz & Döring, 2006, S. 606). Aufgrund der ungleichen Gruppenstärken wird die Merkmalsstreuung über die gepoolte Varianz geschätzt (Bortz & Döring, 2006, S. 607).

Für abhängige t-Tests wird das Effektstärkemaß anders berechnet. Bortz & Döring (2006, S. 609) stellen zwei Verfahren vor, die sich durch die Art der Standardisierung unterscheiden (1. über Streuung der Differenz, 2. über die Merkmalsstreuung). Die Autoren sehen das zweite Verfahren im Vorteil, wenn in einer Untersuchung Fragestellungen zu abhängigen und unabhängigen Stichproben beantwortet werden sollen. Dunlap et al. (1996) empfehlen ebenfalls die ursprünglichen Standardabweichungen (Verfahren 2) zur Berechnung der Effektstärke heranzuziehen, um den Effekt aufgrund der Korrelation der Messungen nicht zu überschätzen. Die Differenz der Mittelwerte wird in dieser Studie an der Merkmalsstreuung standardisiert. Diese wird dabei über die gepoolten Prä-Post-Messwerte geschätzt.

Als Effektstärke für Chi-Quadrat-Tests wird das Maß  $w$  oder dessen quadrierter Wert berichtet, der mit Hilfe des Chi-Werts geschätzt wird (Bortz & Döring, 2006, S. 614). Im Sonderfall der Vierfelder-Tafel entspricht der Phi-Koeffizient als Produkt-Moment-Korrelation zweier dichotomer Variablen der Effektstärke  $w$  (Cohen, 1988, S. 223).

Für den Mann-Whitney-U-Test wird als Effektstärke der Korrelationskoeffizient Phi über die Prüfgröße  $Z$  approximiert (Bühner & Ziegler, 2009, S. 265).

Die Effektstärke für einfaktorielle Varianzanalysen werden mit dem Effektstärkemaß  $\eta^2$  angegeben, das über die Quadratsummen berechnet wird (Bortz & Döring, 2006, S. 615): Wird  $\eta^2$  mit 100 multipliziert, kann der Anteil der erklärten Varianz in Prozent angegeben werden. In SPSS wird das partielle Eta-Quadrat ausgegeben, das bei der einfaktoriellen Varianzanalyse mit  $\eta^2$  identisch ist.

Test	Effektgröße	Klassifikation klein / mittel / groß
t-test	D	0.20 / 0.50 / 0.80
Mann-Whitney U-Test	phi	0.10 / 0.30 / 0.50
Korrelationstest	R	0.10 / 0.30 / 0.50
$\chi^2$ -Test / Vierfelder-Test	w / phi	0.10 / 0.30 / 0.50
Einfaktorielle Varianzanalyse	part. $\eta^2$	0.01 / 0.06 / 0.14
Lineare Regressionsanalyse	$R^2$	0.02 / 0.13 / 0.26
Logistische Regressionsanalyse	Nagelkerkes $R^2$	akzeptabel >0.2 / gut >0.4 / sehr gut >0.5

(vgl. Backhaus et al., 2008; Bortz & Döring, 2006; Bühner & Ziegler, 2009; Rasch et al., 2006)

Die Einschätzung, inwiefern ein Effekt als eher klein oder groß bewertet werden kann, hängt insbesondere von der Thematik, inhaltlichen Überlegungen und von den, in vergleichbaren Untersuchungen ermittelten Effektgrößen ab (Bortz & Döring, 2006, S. 606,

626; Rasch et al., 2006, S. 67). Die auf Cohen (1988) zurückgehende Klassifikation der Effektgrößen kann nur als Anhaltspunkt verstanden werden und ist insbesondere für einige Tests nicht unumstritten (z.B. Backhaus et al., 2008; Rasch et al., 2006). Dennoch geben Effektstärken wichtige Hinweise für die praktische Bedeutsamkeit eines Effekts.



## **Studie 1: Nutzungsentscheidung und motivationale Effekte**

Mit Studie 1 werden zwei Analyseschwerpunkte verfolgt, zum einen wird die Entscheidung für die Nutzung der Medieneinheit untersucht und zum anderen, die kurzfristigen motivationalen Effekte der Nutzung. In Kapitel 7.1 werden Nutzer und Nicht-Nutzer der Medienstation in Hinblick auf ihre Personen- und Besuchsmerkmale verglichen und analysiert, ob motivationale Charakteristiken die Wahl des Ausstellungsangebots begünstigten. Inwiefern bei den Nutzern der Medienstation ein situationales Interesse geweckt werden konnte, wird in Kapitel 7.2 geprüft und anschließend potentielle Einflussfaktoren hierfür analysiert.

### **7.1. Charakteristiken von Nutzern und Nicht-Nutzern**

Die Wahl von Ausstellungsangeboten wird von verschiedenen individuellen, sozialen und situativen Faktoren beeinflusst. Falk & Dierking (1992, 2000) beschrieben diese Einflussfaktoren im *Contextual Model of Learning* (vgl. Kapitel 3.1.1). In dieser Teilstudie wurden aus zeitökonomischen Gründen nur ausgewählte Besuchercharakteristiken und Besuchsmerkmale erhoben, um die beiden Gruppen, Nutzer und Nicht-Nutzer der Medienstation, miteinander zu vergleichen.

#### **7.1.1. Unterschiede in soziodemographischen Merkmalen**

Als soziodemographische Variablen wurden das Geschlecht, das Alter, das Bildungsniveau und das Bestehen eines naturwissenschaftlichen Schwerpunkts in Ausbildung oder Beruf erhoben. Bei diesen überwiegend nominal oder ordinal skalierten Variablen werden die prozentualen Häufigkeiten der einzelnen Kategorien angegeben. Um den Vergleich von Nutzern und Nicht-Nutzern auf Grundlage von erwarteten und beobachteten Werten abzubilden ( $\chi^2$ -Test), geben die Prozentwerte den Anteil wieder, den Nutzer und Nicht-Nutzer an einer Ausprägung (Geschlecht, Altersklasse) haben.

##### *Geschlecht*

Das Geschlechterverhältnis ist in der Stichprobe nur annähernd ausgeglichen: Etwas mehr Männer (56%) als Frauen (44%) wurden befragt (vgl. Tab. 25). Damit entspricht die Geschlechterproportion dieser Studie sowohl dem Verhältnis der Besucher des Deutschen Museums (Klein, 2000), wie auch demjenigen der Pharmazieausstellung (Lewalter et al., 2001) und dem Gläsernen Forscherlabor (Pfuhl & Lewalter, 2008), die eine ähnliche Thematik wie die Chemieausstellung aufweisen. Zur Ausstellung „Wissenschaftliche Chemie“ selbst liegt keine Besucherstrukturanalyse vor.

Tab. 25: Geschlecht von Nutzern und Nicht-Nutzern

	Gesamt	Nutzer	Nicht-Nutzer		
	N (%)	N (%)	N (%)	$\chi^2$ -Wert (df)	phi
Gesamt	562 (100.0)	375 (66.7)	187 (33.3)		
Männer	313 (55.7)	197 (62.9)	116 (37.1)	4.56* (1)	.09
Frauen	249 (44.3)	178 (71.5)	71 (28.5)		

Das Geschlechterverhältnis in der Nutzer und Nicht-Nutzer-Gruppe unterscheidet sich signifikant, wobei es sich dabei um einen kleinen Effekt handelt. Mehr Frauen nutzten die Medienstation „Die Welt der Moleküle“ als dies in Bezug auf die Geschlechterverteilung statistisch zu erwarten war.

Da Befunde anderer Studien zeigen, dass das Geschlecht kein zuverlässiger Prädiktor für die Wahrnehmung von Museumsangeboten ist (Dierking & Falk, 1998b; Economou, 1998). Da andere Merkmale als ursächlich für die erhöhte Nutzungshäufigkeit angenommen werden müssen, wird bei den folgenden Variablen zusätzlich auf Geschlechterunterschiede geprüft.

### Alter

Die Teilnehmer an Studie 1 waren zwischen 14 und 74 Jahren alt. Der Altersdurchschnitt lag bei rund 31 Jahren, wobei die Hälfte der Besucher unter 27 Jahre alt war. Die Teilnehmer dieser Studie waren jünger etwas als in anderen Studien (Lewalter et al., 2001:  $M=33$ ; Klein, 2000:  $M=35$ ; Pfuhl & Lewalter, 2008:  $M=37$ ).

Die beiden Studien-Gruppen unterscheiden sich signifikant in Bezug auf ihr durchschnittliches Alter. Die Nutzer sind im Mittel 30 Jahre alt, die Nicht-Nutzer sind mit 34 Jahren signifikant älter. Auch der nonparametrische U-Test weist auf einen signifikanten Unterschied hin ( $z=-3.18$ ;  $df=560$ ;  $p<.010$ ). Dieser entspricht einem kleinen Effekt.

Tab. 26: Alter von Nutzern und Nicht-Nutzern

	Gesamt	Nutzer	Nicht-Nutzer		
	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	t (df)	d
Alter	31.3 (13.5) 562	30.0 (12.4) 375	33.9 (15.1) 187	-3.10** (314.0)	.30

Sowohl in der Nutzergruppe (Altersspanne: 14-70 Jahre) als auch bei den Nicht-Nutzern (Altersspanne: 15-74 Jahre) befinden sich Personen aus einer breiten Altersspanne (vgl. Abb. 19). Männer und Frauen unterscheiden sich nicht im Altersdurchschnitt.

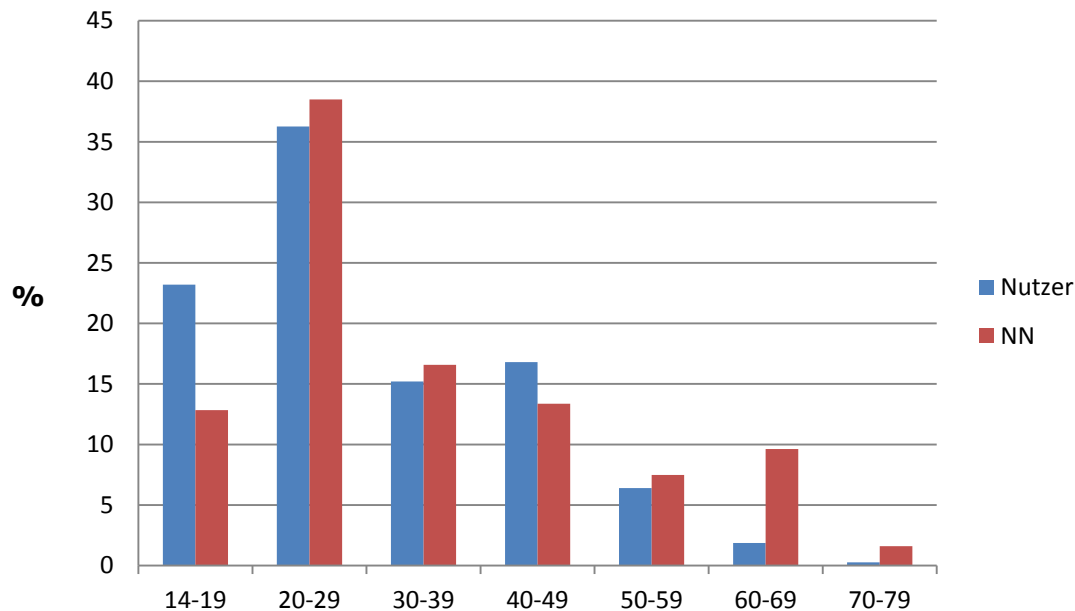


Abb. 19: Alterskohorten von Nutzern und Nicht-Nutzern in 10-Jahres-Schritten

### Bildung

Die derzeit angestrebten oder bereits erworbenen Bildungsabschlüsse der Besucher wurden nach der ISCED-Klassifikation der (UNESCO, 2006) in einen niedrigen, mittleren und höheren Bildungsabschluss eingeteilt (vgl. Kapitel 6.1.3). Mehr als die Hälfte der Besucher (52%) besitzt einen höheren Bildungsabschluss oder strebt einen solchen derzeit an. Ungefähr ein Drittel der Befragten besitzt ein mittleres Bildungsniveau, nach ISCED umfasst dies die Qualifikationen Ausbildung, Lehre oder Abitur ohne weiterführende Ausbildung oder Studium. Nur 18% der Besucher geben einen Hauptschul-, Volksschul- oder Realschulabschluss (niedriges Bildungsniveau) an. Der Bildungsgrad der Besucher ist im Vergleich mit der deutschen Gesamtbevölkerung als hoch zu bewerten. Auch im Vergleich mit anderen Untersuchungen im Deutschen Museum (Klein, 2000; Lewalter et al., 2001; Pfuhl & Lewalter, 2008) zeigt sich, dass Personen ohne Abitur (18%) in der vorliegenden Studie unterrepräsentiert sind (36% bei Klein, 2000). Der Akademikeranteil ist mit 52% (davon 11% promoviert) im Vergleich zu Klein (41%) und Pfuhl & Lewalter (41%) deutlich erhöht, jedoch vergleichbar mit anderen Studien (Lewalter et al. 2001), in denen 48% der befragten Besucher einen Studienabschluss hatten oder anstrebten.

Tab. 27: Bildungsniveau nach ISCED von Nutzern und Nicht-Nutzern

	Gesamt	Nutzer	Nicht-Nutzer	$\chi^2$ -Wert (df)	phi
	N (%)	N (%)	N (%)		
Gesamt	560 (100.0)	374 (66.8)	186 (33.2)		
Niedrige Bildung	100 (17.9)	71 (19.0)	29 (15.6)	9.97** (2)	.13
Mittlere Bildung	171 (30.5)	98 (26.2)	73 (39.2)		
Höhere Bildung	289 (51.6)	205 (57.3)	84 (45.2)		

Der Chi-Quadrat-Test weist auf signifikante Unterschiede zwischen Nutzern und Nicht-Nutzern in Bezug auf ihr Bildungsniveau hin, durch den U-Test ( $z=-1.33$ ;  $df=2$ ;  $p>.10$ ) wird dies jedoch nicht bestätigt. Betrachtet man die statistisch zu erwartenden Prozen-



tanteile in der Gesamtstichprobe, befinden sich in der Nutzergruppe sowohl mehr Besucher mit niedrigem als auch mehr Besucher mit höherem Bildungsniveau als zu erwarten. Der mittlere Bildungsgrad ist bei den Nutzern unterrepräsentiert.

Zwischen Männern und Frauen bestehen keine signifikanten Unterschiede in Hinblick auf ihr Bildungsniveau. Allerdings machen sich Zusammenhänge zwischen den Variablen *Alter* und *Bildungsabschluss* bemerkbar. So lässt sich die überproportionale Nutzung durch Personen mit niedrigem Bildungsniveau teilweise durch das Alter erklären, da allein 17% der Nutzer der Altersgruppe der 14- bis 18-Jährigen angehören.

### *Naturwissenschaftlicher Schwerpunkt*

Ein weiterer möglicher Einflussfaktor auf die Nutzung der Medienstation ist die naturwissenschaftliche Schwerpunktsetzung in Ausbildung und Beruf. Einen solchen Schwerpunkt besitzt ein relativ großer Teil der Besucher (41%). Bei Besuchern der Pharmazie-Abteilung gaben 32% einen naturwissenschaftlichen, medizinischen oder pharmazeutischen Beruf an (Lewalter et al., 2001). Nutzer und Nicht-Nutzer der Medienstation unterscheiden sich nicht signifikant hinsichtlich dieses Charakteristikums, d.h. für dieses Merkmal ist kein Einfluss auf die Nutzungsentscheidung feststellbar.

Tab. 28: Naturwissenschaftlicher Schwerpunkt von Nutzern und Nicht-Nutzern

	Gesamt	Nutzer	Nicht-Nutzer		
	N (%)	N (%)	N (%)	$\chi^2$ (df)	phi
Gesamt	550 (100.0)	367 (66.7)	183 (33.3)		
Nein	325 (59.1)	209 (56.9)	116 (63.4)	2.10 n.s.	.06
Ja	225 (40.9)	158 (43.1)	67 (36.6)	(1)	

Zwischen Männern und Frauen bestehen hingegen signifikante Unterschiede ( $\chi^2=3.99$ ;  $df=1$ ;  $p\leq.05$ ). Während 45% der Männer einen naturwissenschaftlichen Schwerpunkt angeben, handelt es sich bei den Frauen nur um 36%. Diese Geschlechterunterschiede verwundern nicht, da sich diese bereits ab der Grundschule manifestieren und sich über das Studium bis in die Arbeitswelt fortsetzen (Hoffmann et al., 1997). So wählten im Jahr 2010 nur 16% aller Frauen einen MINT-Studiengang, im Vergleich zu 46% der Männer (Statistisches Bundesamt, 2012). Dieser Unterschied, d.h. der geringere berufliche Bezug zum Thema der Medienstation, spiegelt sich jedoch nicht in der Nutzungsentscheidung von Männern und Frauen wieder.

### **7.1.2. Besuchssituation**

Im Folgenden werden die beiden Besuchergruppen auf Unterschiede hinsichtlich der aktuellen Besuchsphase sowie ihrer Begleitsituation untersucht, um beurteilen zu können, inwiefern Zeitknappheit oder (Museums-)Müdigkeit sowie die Anwesenheit anderer Personen für die Nutzungsentscheidung relevant sind. Diese Merkmale wurden von verschiedenen Autoren als relevante Prädiktoren für die Aufmerksamkeitssteuerung und Selektion von Angeboten und damit für den Verlauf eines Museumsbesuchs bewertet (vgl. Kapitel 3.1.1 und 3.2.2).

### Aktuelle Besuchsphase

Die aktuelle Besuchsphase wurde als Indikator für die Müdigkeit und den Zeitdruck der Besucher erhoben, die sich auf die Auswahl und Nutzung von Museumsangeboten auswirken kann (vgl. Kapitel 3.2.2). Die meisten Besucher (66%) befinden sich zum Zeitpunkt der Befragung in der Mitte ihres Besuchs. Nur 14% der Teilnehmer geben an, am Anfang ihres Besuchs zu sein. Bei etwa einem Fünftel der Besucher neigt sich der Aufenthalt dem Ende zu.

In einer frühen Besuchsphase befanden sich mehr Nutzer als statistisch zu erwarten war. Hingegen gaben weniger Nutzer als zu erwarten an, am Ende ihres Besuchs zu sein. Mit fortschreitender Besuchsdauer, die mutmaßlich mit einer zunehmenden Müdigkeit und einem höheren Zeitdruck einhergeht, sinkt somit die Wahrscheinlichkeit die Medienstation zu nutzen. Dabei handelt es sich um eine kleine Effektstärke. Die fehlende Sitzgelegenheit und die Lage der Medienstation am Ende der Ausstellung „Wissenschaftliche Chemie“ (Ausgang in Sichtweite) tragen vermutlich zu diesem Effekt bei.

Dieser Befund entspricht den Erkenntnissen zu einem zunehmend selektiven Verhalten bei fortschreitender Besuchszeit (Bitgood, 2006a; Falk & Dierking, 1992; Rounds, 2004). Dieser Effekt fällt in Realität vermutlich noch deutlicher aus, denn ein Teil der Verweigerer begründeten ihre Nichtteilnahme an der Befragung mit Zeitknappheit.

Tab. 29: Aktuelle Besuchsphase von Nutzern und Nicht-Nutzern

	Gesamt	Nutzer	Nicht-Nutzer		
	N (%)	N (%)	N (%)	$\chi^2$ (df)	phi
Gesamt	535 (100.0)	362 (67.7)	173 (32.3)		
Anfang	72 (13.5)	60 (16.6)	12 (6.9)	14.26*** (2)	.16
Mitte	355 (66.4)	241 (66.6)	114 (65.9)		
Ende	108 (20.2)	61 (16.9)	47 (27.2)		

Zwischen Männern und Frauen bestehen signifikante Unterschiede ( $\chi^2=7.65$ ;  $df=2$ ;  $p\leq.05$ ;  $phi=.12$ ), wobei sich mehr Frauen als statistisch zu erwarten am Anfang ihres Besuchs befinden. Es ist anzunehmen, dass dieser Befund zumindest teilweise erklärt, weshalb mehr Frauen die Medienstation nutzten als statistisch zu erwarten war.

### Begleitsituation

Museumsbesuche finden eher selten ohne Begleitung, sondern mit dem Partner, Familie, Freunden oder in organisierten Gruppen statt, und das soziale Erlebnis steht häufig im Vordergrund (vgl. Kapitel 2.2.1). Der Besuchsverlauf wird somit von den Bedürfnissen anderer Personen mitbestimmt und in der Gruppe ausgehandelt. Dies kann dazu führen, dass sich Besucher Ausstellungen ansehen, für deren Thema sie sich nicht interessieren und die sie aus eigenem Antrieb nicht besuchen würden (z.B. in ihrer Rolle als *facilitators*; vgl. Falk, 2006).

Erwartungsgemäß befand sich ein großer Teil der befragten Besucher in Begleitung: Rund 45% kamen mit einer Person ins Museum, weitere 18% mit zwei oder mehr Erwachsenen. Der Anteil an Personen, die im Rahmen einer organisierten Gruppe das Museum besuchten, lag bei 15%. Besucher mit Kindern unter 15 Jahren kommen auf einen Anteil

von 11%. Nur 12% der befragten Personen waren Einzelbesucher. Aufgrund der Stichprobenziehung (keine Befragung von Gruppen mit mehr als 5 Personen) und die Verweigerung der Studienteilnahme (z.B. mit Hinweis auf Begleitpersonen, Kinder etc.) spiegeln diese Anteile nicht zuverlässig die Verhältnisse in der Abteilung „Wissenschaftliche Chemie“ wieder (vgl. Kapitel 6.1.2). Ein Vergleich von Nutzern und Nicht-Nutzern bezüglich der Begleitsituation ist deshalb nur bedingt möglich. Die im Deutschen Museum durchgeführten Evaluationsstudien zeigen große Schwankungen in diesem Bereich – gemeinsam ist ihnen ein relativ geringer Anteil an Einzelbesuchern.

Es bestehen signifikante Unterschiede mit mittlerer Effektstärke in der Begleitsituation bei Nutzern und Nicht-Nutzern. Der Anteil an Einzelbesuchern und an Besuchern mit einer organisierten Gruppe ist bei den Nicht-Nutzern größer als statistisch zu erwarten. In der Gruppe der Nutzer befinden sich hingegen mehr Personen in Begleitung eines Kindes unter 15 Jahren sowie Personen mit zwei oder mehr Begleitern.

Tab. 30: Begleitsituation von Nutzern und Nicht-Nutzern

	Gesamt	Nutzer	Nicht-Nutzer		
	N (%)	N (%)	N (%)	$\chi^2$ -Wert (df)	phi
Gesamt	551 (100.0)	367 (66.6)	184 (33.4)		
Alleine	66 (12.0)	25 (6.8)	41 (22.3)		
mit einem Erwachsenen	248 (45.0)	162 (44.1)	86 (46.7)		
mit zwei oder mehr Erwachsenen	97 (17.6)	83 (22.6)	14 (7.6)	68.10*** (4)	.35
mit Kind(ern) unter 15 Jahren	60 (10.9)	56 (15.3)	4 (2.2)		
mit einer organisierten Gruppe	80 (14.5)	41 (11.2)	39 (21.2)		

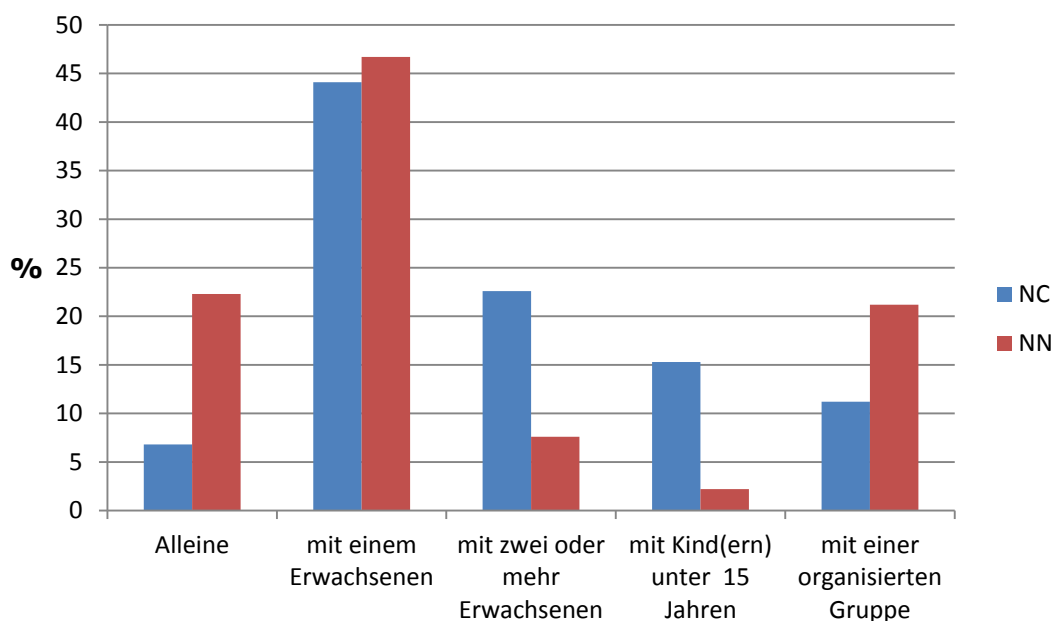


Abb. 20: Begleitsituation von Nutzern und Nicht-Nutzern

Da Medien auf Kinder einen besonderen Reiz ausüben und Gruppenbesuche häufig durch einen engen Zeitplan charakterisiert sind, wurden diese Studienteilnehmer bei einem weiteren Vergleich nicht berücksichtigt. In dieser Analyse zeigt sich, dass sich die Nutzungsgruppen auch hier signifikant unterscheiden ( $N=411$ ;  $\chi^2=39.7$ ;  $df=2$ ;  $p<.001$ ;  $\phi=.31$ ). Die Nutzung von Medienstationen erfolgt dementsprechend bevorzugt in Begleitung und die Wahrscheinlichkeit steigt deutlich an, wenn die Besuchsgruppe mehr als zwei Personen umfasst.

Da dieser Befund aufgrund des Single-User-Designs der Medienstation kontraintuitiv ist, wurde die Variable auf Zusammenhänge mit anderen Merkmalen geprüft. Kein signifikanter Zusammenhang besteht zwischen dem Geschlecht und der Begleitsituation der Besucher. Jedoch sind Einzelbesucher im Mittel fast zehn Jahre älter als Besucher in Begleitung von mehreren Personen (Games-Howell Post-Hoc:  $p<.001$ ) und durchschnittlich rund sieben Jahre älter als Besucher in Begleitung von einer Person (Games-Howell Post-Hoc:  $p<.001$ ). Die überzufällige Nutzung der Medienstation durch Besucher in Begleitung von zwei oder mehr Erwachsenen ist demnach nicht allein an eine eventuell erwartete Nutzbarkeit durch mehrere Personen geknüpft, sondern ist darüber hinaus durch das Alter und die Begleitsituation jüngerer Besucher beeinflusst.

### **7.1.3. Museumsspezifische Motivation**

Die Auswahl und Nutzung von musealen Angeboten wird unter anderem vom Erfahrungshintergrund und der Motivation der Besucher beeinflusst. Habituelle Museumsbesucher oder Wiederholungsbesucher verfügen z.B. über andere Erwartungen und Bewertungsschemata sowie andere Aneignungsstrategien als Gelegenheitsbesucher (Falk & Dierking, 1992). Die Ziele und Erwartungen, mit denen Besucher in das Museum kommen und die sich im Laufe des Besuchs entwickeln, wirken sich auf den Besuchsverlauf aus (Briseño-Garzón et al., 2007a; Falk et al., 1998; vgl. Kapitel 3.2.2). Als Indikatoren für die museumsspezifische Motivation wurde die Häufigkeit des Besuchs von Museen und Ausstellungen, die Häufigkeit des Besuchs des Deutschen Museums, die Affinität für die Nutzung medialer Angebote in Museen sowie die Ausprägung von vier grundlegenden Besuchszielen herangezogen.

#### *Museumsaffinität*

Die *Museumsaffinität* der Besucher wurde als dichotomes Item operationalisiert. Als museumsaffine oder habituelle Besucher werden Personen betrachtet, die in den letzten zwölf Monaten mehr als fünf Museen oder Ausstellungen besucht haben. Als Gelegenheitsbesucher gelten hingegen Personen, die weniger als fünf Museumsbesuche angeben. Bei den Studienteilnehmern ergibt sich folgendes Bild: 32% der Besucher gehören zu den habituellen Besuchern, knapp zwei Drittel der Teilnehmer haben in den letzten zwölf Monaten weniger als fünf Museen besucht (68%). Dieses Ergebnis stimmt mit der Studie von Klein (2000) im Deutschen Museum, der ebenfalls einen größeren Anteil an Gelegenheitsbesuchern feststellt sowie mit den Befunden der Arbeitsgruppe um Lewalter & Geyer, 2003; Lewalter et al., 2001; Pfuhl & Lewalter, 2008) überein, die in unterschiedlichen Ausstellungskontexten des Deutschen Museums gewonnen wurden.

Nutzer und Nicht-Nutzer der Medienstation wurden hinsichtlich ihrer Museumsaffinität untersucht, wobei keine signifikanten Unterschiede zwischen diesen beiden Gruppen fest-

stellbar waren ( $N=554$ ;  $\chi^2=1.11$ ;  $df=1$ ;  $p>.10$ ). Wie häufig die Studienteilnehmer Museen besuchen, hat dementsprechend keinen Einfluss auf die Nutzungsentscheidung. Frauen und Männer unterscheiden sich ebenfalls nicht signifikant in diesem Merkmal.

### *Erstbesucher im Deutschen Museum*

Mehr als die Hälfte der Versuchspersonen (56%) kannte das Museum bereits aus früheren Besuchen. Dies entspricht weitgehend den Studienergebnissen für das gesamte Deutsche Museum (Klein, 2000) und die Pharmazieabteilung (Lewalter et al., 2001), liegt aber unter den Werten der Besucher des Gläsernen Forscherlabors (Pfuhl & Lewalter, 2008). Erst- und Mehrfachbesucher unterscheiden sich nicht hinsichtlich ihrer Nutzungsentscheidung ( $N=562$ ;  $\chi^2=.56$ ;  $df=1$ ;  $p>.10$ ). Eine Erklärung für diesen Befund findet sich vermutlich auch darin, dass die Medienstation als Prototyp für alle Besucher den gleichen Neuigkeitswert hatte. Dazu trägt auch bei, dass der vorherige Besuch bei vielen Teilnehmern bereits sehr lange zurück liegt, z.B. in der Kindheit.

Frauen geben signifikant häufiger (51%) als Männer (39%) an, dass sie das Deutsche Museum erstmalig besuchen ( $N=562$ ;  $\chi^2=8.13$ ;  $df=1$ ;  $p\le.010$ ).

### *Besuchsziele*

Die Ziele, die mit einem Museumsbesuch verbunden werden, tragen zur Ausgestaltung und zum Ablauf desselben bei, denn die Besucher wählen insbesondere Angebote aus, die ihren Wünschen und Zielen entsprechen (vgl. Kapitel 2.2.1). In zahlreichen Studien wurde untersucht, welche Ziele und Bedürfnisse Museumsbesucher haben (vgl. Kapitel 3.2.2). Vier generelle Besuchsziele wurden für die vorliegende Studie ausgewählt: der Fokus etwas zu erleben und aktiv zu sein (*Aktivität*), der eher passive Aspekt der Unterhaltung und des Abschaltens (*Unterhaltung*), der Bildungsaspekt, etwas lernen und sich informieren zu wollen (*Lernen*) sowie das Ziel, Zeit mit Familie und Freunden zu verbringen (*Geselligkeit*).

Für diese Ziele ergibt sich folgendes Bild: Lernen erfährt die höchste Zustimmung der Besucher, hier entfallen 85% der Antworten auf die beiden Kategorien „wichtig“ oder „sehr wichtig“. Das Besuchsziel Aktivität bewerten 72% der befragten Besucher als wichtig oder sehr wichtig. Sowohl das Ziel Unterhaltung als auch der Aspekt Geselligkeit sind für die Besucher von geringerer Wichtigkeit als die beiden vorher genannten Ziele.

Betrachtet man Nutzer und Nicht-Nutzer der Medienstation hinsichtlich ihrer Besuchsziele, so lassen sich für die Ziele *Aktivität* und *Geselligkeit* signifikante Differenzen feststellen, die jeweils einem kleinen Effekt entsprechen. Nutzer der Medienstation erachten diese beiden Besuchsziele für wichtiger als Nicht-Nutzer.

Tab. 31: Besuchsziele von Nutzern und Nicht-Nutzern

Einzelitem	Gesamt	Nutzer	Nicht-Nutzer	t <sup>4</sup> (df)	d
	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N		
Besuchsziel Aktivität	3.94 (.95) 560	4.01 (.92) 374	3.81 (.99) 186	2.23* (344.63)	.21
Besuchsziel Unterhaltung	3.04 (1.17) 554	3.06 (1.15) 370	2.99 (1.23) 184	.64 n.s. (552)	.06
Besuchsziel Lernen	4.22 (.80) 562	4.23 (.80) 375	4.19 (.80) 187	.63 n.s. (560)	.06
Besuchsziel Geselligkeit	3.41 (1.30) 557	3.55 (1.25) 375	3.12 (1.35) 185	3.74*** (555)	.34

Der Wunsch nach Geselligkeit kann jedoch nicht ohne weiteres als Auslöser für die Nutzung der Medienstation gesehen werden, denn es ist zu berücksichtigen, dass das Ziel *Geselligkeit* eng mit der Begleitsituation zusammenhängt ( $F=58.12$ ;  $df=2;405$ ;  $p\leq.001$ ;  $\eta^2_{part}=.22$ ). Einzelbesucher weisen, wenig überraschend, signifikant niedrigere Ausprägungen für das Ziel *Geselligkeit* auf (Scheffé Post-Hoc:  $p\leq.001$ ). Da sich mehr Einzelbesucher als statistisch zu erwarten in der Nicht-Nutzer-Gruppe befanden (vgl. Kapitel 7.1.1), kann der signifikante Unterschied zwischen Nutzern und Nicht-Nutzern nicht eindeutig auf die eine oder andere Variable zurückgeführt werden.

Männer und Frauen unterscheiden sich nicht signifikant in der Ausprägung ihrer Besuchsziele, lediglich das Ziel *Aktivität* verfolgen Frauen tendenziell stärker als Männer ( $t=1.85$ ;  $df=558$ ;  $p\leq.10$ ;  $d=.16$ ).

### Medienaffinität

Das Item *Medienaffinität* bezieht sich darauf, wie gerne Medienangebote, z.B. Computerterminals oder Medienstationen im Museumskontext wahrgenommen werden. Mehr als 60% der Studienteilnehmer geben an, Medienangebote in Museen gerne oder sehr gerne zu nutzen. Die beiden Nutzungsgruppen unterscheiden sich höchst signifikant bezüglich ihrer Medienaffinität, wobei dieser Unterschied einem mittleren Effekt entspricht. Nutzer der Medienstation weisen eine signifikant höhere Affinität für Medien im Museum auf als die Nicht-Nutzer-Gruppe.

Tab. 32: Medienaffinität von Nutzern und Nicht-Nutzern

Einzelitem	Gesamt	Nutzer	Nicht-Nutzer	t <sup>5</sup> (df)	d
	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N		
Medienaffinität	3.81 (1.10) 561	3.98 (1.15) 375	3.48 (1.01) 186	5.01*** (327.80)	.47

<sup>4</sup> Bei der Variable *Besuchsziel Aktivität* ist die Homogenität der Varianzen nicht gegeben, weshalb für den Mittelwertsvergleich die Korrektur nach Welch berichtet wird.

<sup>5</sup> Bei der Variable *Medienaffinität* ist die Homogenität der Varianzen nicht gegeben, weshalb für den Mittelwertsvergleich die Korrektur nach Welch berichtet wird.

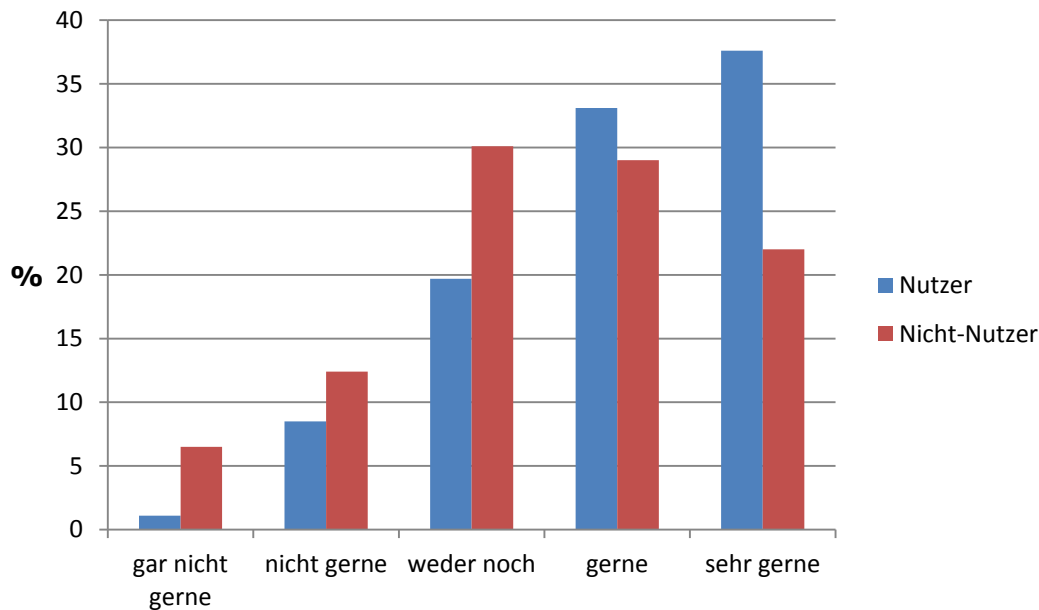


Abb. 21: Medienaffinität von Nutzern und Nicht-Nutzern

Entgegen Befunden zur Nutzung von Medien und zur Medienaffinität von Jugendlichen (z.B. Pietraß et al., 2005) sowie Ergebnissen von Evaluationsstudien im Museum (z.B. Dierking & Falk, 1998b; Economou, 1998) kann bei den Studienteilnehmern keine Korrelation zwischen Medienaffinität und Alter ( $r=-.06$ , n.s.) festgestellt werden. Die höhere Medienaffinität der Nutzer lässt sich dementsprechend nicht mit ihrem niedrigeren Altersdurchschnitt erklären.

Frauen und Männer machen allerdings signifikant unterschiedliche Angaben zu ihrer Medienaffinität ( $t=3.40$ ;  $df=559$ ;  $p\leq.001$ ;  $d=.29$ ), wobei Frauen im Mittel eine größere Medienaffinität angeben. Neben dem Merkmal der Besuchsphase scheint die Medienaffinität der weiblichen Studienteilnehmer ebenfalls dazu beizutragen, dass der Anteil der weiblichen Nutzer höher war als statistisch zu erwarten.

#### 7.1.4. Naturwissenschaftsspezifische Motivation

Aus der Motivationspsychologie und Unterrichtsforschung (vgl. Kapitel 3.2 und 3.3.3) ebenso wie aus der Museumsforschung (Falk & Dierking, 2000; vgl. Kapitel 3.1.1) ist bekannt, dass die Bereitschaft zur Auseinandersetzung mit Inhalten insbesondere durch motivationale und motivationsregulierende Merkmale geprägt ist. Das dispositionale Interesse und die selbstbezogene Kognition der Besucher werden dementsprechend als relevante Einflussfaktoren auf die Auswahl und Nutzung von Ausstellungsangeboten betrachtet. Entsprechend den Theorien zum Interesse und der Motivationsregulation wurden diese Merkmale möglichst domänen- und themenspezifisch erhoben.

##### *Dispositionale Motivation*

Die durchschnittlichen Ausprägungen der untersuchten Variablen liegen deutlich über dem theoretischen Skalenmittel von  $M=3.0$ , mit Ausnahme der *Naturwissenschaftsbezogenen Aktivitäten* und dem *Interesse an Themen der Medienstation*, die auch nur leicht unter

dem Skalenmittel liegen. Die Befunde, dass die *Freude an Naturwissenschaften* am deutlichsten ausgeprägt, der persönliche *Wert der Naturwissenschaften* etwas schwächer wahrgenommen wird und die daraus resultierenden *Aktivitäten* nochmals bedeutend darunter liegen, sind theoriekonform. Dies gilt auch für das *Interesse an Naturwissenschaften*, das deutlich größer ist als an den Themen der Medienstation.

Betrachtet man die naturwissenschaftsspezifische Motivation, so bestehen zwischen Nutzern und Nicht-Nutzern der Medienstation in allen Skalen signifikante Unterschiede mit kleiner Effektstärke. Nicht-Nutzer weisen eine geringer ausgeprägte Freude an Naturwissenschaften auf als die Nutzergruppe. Sie erachten die Naturwissenschaften für sich persönlich als weniger relevant und beschäftigen sich seltener mit naturwissenschaftlichen Themen. Auch das Interesse an Naturwissenschaften und an Themen der Station ist bei der Nicht-Nutzer-Gruppe geringer ausgeprägt.

Tab. 33: Motivation von Nutzern und Nicht-Nutzern

Einzelitem	Gesamt	Nutzer	Nicht-Nutzer	t (df)	d
	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N		
Freude NW	3.81 (1.00) 562	3.93 (.97) 375	3.58 (1.02) 187	3.85*** (560)	.35
Wert der NW	3.68 (.93) 562	3.76 (.02) 375	3.52 (.94) 187	2.85** (560)	.26
Aktivitäten NW	2.98 (.94) 562	3.10 (.94) 375	2.75 (.89) 187	4.24*** (560)	.38
Interesse NW	3.51 (.76) 562	3.59 (.77) 375	3.35 (.73) 187	3.50*** (555)	.31
Interesse Themen	2.92 (1.10) 557	3.06 (1.10) 374	2.62 (1.03) 183	4.60*** (522)	.42

Der Vergleich von Frauen und Männern weist auf statistisch bedeutsame Mittelwertsunterschiede hin, wobei die Motivation der Frauen signifikant niedriger ausgeprägt als die der Männer.<sup>6</sup> Dies deckt sich mit dem oben vorgestellten Befund (vgl. Kapitel 7.1.1), dass Frauen weniger häufig einen naturwissenschaftlichen Beruf ausüben. Eine Ausnahme stellt die Variable *Interessen an Themen der Medienstation* dar, in der kein signifikanter Geschlechtsunterschied festzustellen ist. Die Geschlechterunterschiede sind in allen Variablen geringer ausgeprägt als die Unterschiede zwischen Nutzern und Nicht-Nutzern.

### *Selbstbezogene Kognition*

Im Museum konkurrieren vielfältige Angebote um die Aufmerksamkeit der Besucher. Diese setzen unterschiedliche Strategien ein, um relevante und attraktive Angebote zu selektieren (Rounds, 2004). Das Vorwissen trägt unter anderem dazu bei, Inhalte als wichtig oder unwichtig zu identifizieren (Falk & Dierking, 2000). Überzeugungen zu individuellen Kompetenzen können ebenfalls die Selektion von Angeboten beeinflussen. Die Besucher wählen beispielsweise Angebote, deren Anforderungsniveau mit ihren individuellen

<sup>6</sup> Freude NW (t=-1.92; df=560; p<.10; d=.16); Wert NW (t=-2.63; df=560; p<.01; d=.22); Aktivitäten NW (t=-2.07; df=560; p<.05; d=.18); Interesse NW (-2.27; df=560; p<.05; d=.19); Interesse Themen (t=1.627; df=555; p>.10; d=.14)



Voraussetzungen in Einklang stehen und kommen so dem Bedürfnis nach Kompetenzerleben nach.

Die Studienteilnehmer wurden gebeten ihre Kenntnisse in verschiedenen Naturwissenschaften und in verschiedenen Themen der Medienstation sowie ihre Begabung für Chemie einzuschätzen. Die durchschnittliche Ausprägung der *Kenntnisse in Naturwissenschaften* liegt etwas unterhalb des theoretischen Skalenmittels. Deutlich niedriger fallen die Werte für die *Kenntnisse in Themen der Medienstation* aus, worin die Hälfte der Teilnehmer ihr spezifisches Wissen als gering oder sehr gering einschätzt. Das *Selbstkonzept der Begabung für Chemie* der Besucher ist höher ausgeprägt als die des subjektiven Vorwissens und liegt leicht über dem theoretischen Skalenmittelwert.

Vergleicht man Nutzer und Nicht-Nutzer hinsichtlich ihrer selbstbezogenen Kognition (vgl. Tab. 34) werden signifikante Unterschiede mit kleiner Effektstärke in allen drei Skalen festgestellt. Nutzer der Medienstation weisen dabei jeweils eine höhere Merkmalsausprägung aufweisen als Nicht-Nutzer.

Tab. 34: Selbstbezogene Kognition von Nutzern und Nicht-Nutzern

Einzelitem	Gesamt	Nutzer	Nicht-Nutzer	t <sup>7</sup> (df)	d
	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N		
Kenntnisse NW	2.91 (.77) 524	2.98 (.79) 351	2.78 (.69) 173	2.81** (522)	.26
Kenntnisse Themen	2.30 (1.11) 507	2.41 (1.14) 340	2.08 (1.00) 167	3.39*** (372.74)	.31
Selbstkonzept CH	3.29 (1.01) 562	3.40 (.97) 375	3.06 (1.05) 187	3.80*** (560)	.34

### Zusammenfassung

Mittels Gruppenvergleichen sollte ermittelt werden, in welchen Variablen sich Nutzer und Nicht-Nutzer unterscheiden, um damit Einflussvariablen auf die Nutzungsentscheidung zu identifizieren. In Tab. 35 werden die Unterschiede in einer Übersicht präsentiert.

Die Nutzer der Medienstation können im Vergleich zu denjenigen Besuchern, die das Ausstellungsangebot nicht genutzt haben, folgendermaßen charakterisiert werden: In der Nutzergruppe befinden sich mehr Frauen und die Nutzer sind im Mittel jünger als die Nicht-Nutzer. Nutzer weisen seltener ein mittleres Bildungsniveau auf, während Personen mit niedrigem und solche mit hohem Bildungsniveau häufiger als statistisch erwartet die Station nutzen. Die Nutzung der Medienstation erfolgt eher in einer frühen Phase und seltener am Ende des Besuchs. Personen in Begleitung von zwei oder mehr Personen nutzen häufiger die Medienstation als Einzelbesucher. Nutzer zeichnen sich durch eine höhere Ausprägung der Besuchsziele Aktivität und Geselligkeit aus. Darüber hinaus weist die Nutzergruppe in allen motivationalen Variablen höhere Werte auf: Nutzer haben eine größere Freude an den Naturwissenschaften, erachten die Naturwissenschaften für sich persönlich als wertvoller und beschäftigen sich häufiger mit Naturwissenschaften als Nicht-Nutzer. Sie sind an Naturwissenschaften und an Themen der Medienstation stärker

<sup>7</sup> Bei der Variable *Kenntnisse in Themen der Station* ist die Varianzhomogenität nicht gegeben, weshalb für den Mittelwertsvergleich der Welch-Test berichtet wird.

interessiert als Nicht-Nutzer und schätzen ihre Kenntnisse sowohl in den Naturwissenschaften allgemein als auch in den Themen der Medienstation höher ein. Nutzer zeichnen sich im Vergleich zu Nicht-Nutzern durch ein positiveres Selbstkonzept der Begabung in Chemie aus.

Verschiedene Studien im Museumskontext haben die Relevanz der persönlichen Ausgangsbedingungen der Besucher, des sozio-kulturellen Kontexts und des (gegenständlichen) Umfelds der Ausstellung aufgezeigt (u.a. Falk & Dierking, 2002, 2000). Die vorliegenden Befunde der Studie bekräftigen dies und zeigen, dass sich Nutzer und Nicht-Nutzer hinsichtlich ihrer museumsspezifischen Medienaffinität, einiger ihrer Besuchsziele, naturwissenschafts- und themenspezifischen Motivationen sowie selbstbezogenen Kognitionen unterscheiden.

Unklarer ist die Befundlage bei demographischen Charakteristiken und Besuchsmerkmalen, die als Kontrollvariablen für die Nutzungsentscheidung erhoben wurden. Tatsächlich unterscheiden sich Nutzer und Nicht-Nutzer in mehreren dieser Merkmale, wie dem Geschlecht, der Altersgruppe, tendenziell in der Bildung, in ihrer Begleitsituation und ihrer Besuchsphase. Während sich der Einfluss der Besuchsphase durch zunehmenden Zeitdruck und Müdigkeit sehr gut nachvollziehen lässt, bestehen zwischen anderen Kontrollvariablen (u.a. Alter und Bildung; Alter und Begleitsituation; Begleitsituation und Besuchsziel Geselligkeit) Abhängigkeiten, die die Erklärung erschweren.

Tab. 35: Zusammenfassende Darstellung der Vergleiche von Nutzern und Nicht-Nutzern

Variable	Signifikanz	Bedeutsamkeit
Geschlecht	*	(+)
Alter	**	+
Bildungsniveau	**/n.s. <sup>8</sup>	+
Naturwissenschaftlicher Schwerpunkt	n.s.	
Besuchsphase	***	+
Begleitsituation	***	++
Museumsaffinität	n.s.	
Erstbesucher	n.s.	
Besuchsziel Aktivität	*	+
Besuchsziel Unterhaltung	n.s.	
Besuchsziel Lernen	n.s.	
Besuchsziel Geselligkeit	***	+
Medienaffinität	***	++
Kenntnisse in Naturwissenschaften	**	+
Kenntnisse in Themen der Station	***	+
Selbstkonzept der Begabung CH	***	+
Freude an Naturwissenschaften	***	+
Wert der Naturwissenschaften	**	+
Naturwissenschaftsbezogene Aktivitäten	***	+
Interesse an Naturwissenschaften	***	+
Interesse an Themen der Station	***	+

\*= $p \leq .05$ ; \*\*= $p \leq .01$ ; \*\*\*= $p \leq .001$

+ kleiner; ++ mittlerer; +++ großer Effekt

Bei den meisten Unterschieden zwischen Nutzern und Nicht-Nutzern handelt es sich um kleine Effekte, Ausnahmen sind u.a. die *Medienaffinität* und die *Besuchsphase*. Die kleinen Effekte weisen darauf hin, dass die Nutzungsentscheidung nicht von einem einzelnen Merkmal, sondern von mehreren Variablen gemeinsam bestimmt wird. Die breit angelegte Erfassung verschiedenster Merkmale erwies sich auch aufgrund der festgestellten Zusammenhänge zwischen den Merkmalen von großer Bedeutung. Weitere Analysen sollten den relativen Einfluss und die Interaktionen zwischen diesen Merkmalen genauer in den Blick nehmen. Ein erster Schritt in diese Richtung stellen die folgenden multiplen logistischen Regressionsmodelle dar, die den Einfluss der motivationalen Merkmale auf die Nutzungsentscheidung untersuchen.

### 7.1.5. Einflussfaktoren für die Nutzungsentscheidung

Um den relativen Einfluss der motivationalen und motivationsrelevanten Variablen auf die Nutzungsentscheidung zu prüfen, wurden multiple logistische Regressionsanalysen durchgeführt.

Im ersten Modell (vgl. Tab. 36) wurden zunächst die (signifikanten) museums- und besuchsbezogenen Motivationsvariablen berücksichtigt. Das Besuchsziel *Geselligkeit* und die

<sup>8</sup> Erster Wert  $\chi^2$ -Test; zweiter Wert U-Test

*Medienaffinität* der Besucher weisen signifikante Regressionsgewichte und einen positiven Zusammenhang mit der Nutzungswahrscheinlichkeit auf. Das Modell klärt jedoch nur wenig Varianz auf (7%).

Im zweiten Modell wurden die Motivation für Naturwissenschaften und die beiden Interessenvariablen hinzugenommen, wobei aufgrund von Multikollinearität die Variable *Wert der Naturwissenschaften* nicht berücksichtigt werden konnte. Die beiden im ersten Modell identifizierten Prädiktoren sind weiterhin signifikant und behalten ihre Vorhersagekraft. Zusätzlich stellt das *Interesse an Themen der Medienstation* einen weiteren signifikanten Prädiktor dar, der die Chance der Nutzung der Medienstation erhöht. Nur tendenziell signifikant ist das Regressionsgewicht der Variable *Naturwissenschaftsbezogene Aktivitäten*. Mit diesem Modell können 12% der Varianz der Nutzungsentscheidung aufgeklärt werden.

In das dritte Modell gehen alle vorhergehenden Faktoren und zusätzlich die Variablen zur selbstbezogenen Kognition ein. Die bisher relevanten Prädiktoren behalten ihre Erklärungskraft, zusätzlich erweist sich das *Selbstkonzept der Begabung* als wichtiger Prädiktor. Besucher, die im Museum gerne Medienangebote nutzen und Zeit mit Familie und Freunden verbringen möchten, haben eine erhöhte Wahrscheinlichkeit die Medienstation zu nutzen. Für die Geselligkeit als Besuchsziel zeigte sich in den univariaten Analysen, dass dieses mit der Begleitsituation der Nutzer in Zusammenhang steht, weshalb die Vorhersagekraft dieses Merkmals vorsichtig zu bewerten ist. Nutzer der Medienstation unternehmen in ihrer Freizeit tendenziell häufiger naturwissenschaftsbezogene Aktivitäten und sind interessierter an den Themen der Medienstation. Diejenigen Besucher, die über ein positives Selbstkonzept der Begabung für Chemie verfügen, haben eine höhere Nutzungswahrscheinlichkeit. Der Einfluss der einzelnen Prädiktoren auf die Nutzungswahrscheinlichkeit ist dabei in etwa gleich hoch.

Die erklärte Varianz von 14% durch dieses Modell ist, verglichen mit der Zahl der berücksichtigten Variablen, sehr niedrig einzuschätzen. 71% der Besucher, also nur wenige Personen mehr als entsprechend den Gruppenproportionen (67% Nutzer, 33% Nicht-Nutzer) zu erwarten, werden korrekt den beiden Gruppen (Nutzung / Nicht-Nutzung) zugeordnet. Betrachtet man die Klassifizierungsleistung jedoch etwas genauer, wird deutlich, dass bei der Gruppe der Nutzer 93% der Besucher korrekt erkannt werden. Im Gegensatz hierzu werden nur 27% der Nicht-Nutzer richtig klassifiziert. Die Nutzung kann dementsprechend durch dispositionale motivationale Variablen sehr viel besser vorhergesagt werden als die Nicht-Nutzung. Während relevante Variablen zur Vorhersage bzw. Klassifizierung der Nutzer im Modell bereits ausreichend berücksichtigt wurden, ist die Modellspezifikation für die Gruppe der Nicht-Nutzer nicht adäquat. Diese Ergebnisse legen nahe, dass für die Nichtnutzung neben den untersuchten motivationalen Variablen weitere Faktoren relevant sind, die in dem vorliegenden Modell bislang nicht berücksichtigt wurden.

Tab. 36: Logistische Regressionsmodelle für die Nutzungsentscheidung

N = 499		M1			M2			M3		
Prädiktoren	b	p	exp(b)	b	p	exp(b)	b	p	exp(b)	
Ziel Aktivität	.06	.565	1.07	.03	.757	1.03	.05	.662	1.05	
Ziel Geselligkeit	.22**	.003	1.25	.28	.000	1.32	.28	.000	1.32	
Medienaffinität	.32***	.001	1.37	.27	.005	1.31	.29	.003	1.34	
Freude NW				-.08	.612	.92	-.12	.465	.89	
Aktivitäten NW				.29	.052	1.33	.29	.062	1.33	
Interesse NW				-.00	.987	1.00	-.03	.864	.97	
Interesse TH				.32	.008	1.38	.28	.050	1.33	
Kenntnisse NW							-.08	.744	.93	
Kenntnisse TH							-.00	.968	.99	
Selbstkonzept CH							.25	.038	1.28	
Konstante	-1.46**	.004	.23	-2.83	.000	.06	-3.18	.000	.04	
Nagelkerkes R <sup>2</sup>		.071			.129			.140		

### Zusammenfassung

Hinausgehend über die Identifikation von Unterschieden zwischen Nutzern und Nicht-Nutzern durch Gruppenvergleiche wurde mit multiplen logistischen Regressionsmodellen ein erster Schritt gemacht, die Wechselwirkungen zwischen den motivationalen Merkmalen sowie deren relativen Einfluss auf die Entscheidung zu untersuchen. Dabei zeigte sich, dass nicht alle Merkmale, die in den univariaten Gruppenvergleichen relevant waren, in der Interaktion mit weiteren motivationalen Variablen ihre Vorhersagekraft beibehielten.

Als relevante Prädiktoren für die Nutzungsentscheidung erwiesen sich in einem gemeinsamen Modell nunmehr nur noch das Besuchsziel *Geselligkeit*, die *Medienaffinität*, tendenziell die *Aktivitäten in Naturwissenschaften* und das *Interesse an Themen der Medienstation* sowie das *Selbstkonzept der Begabung für Chemie*. Die Vorhersagekraft der einzelnen Variablen war dabei ähnlich hoch, so dass nicht von einem dominierenden motivationalen Merkmal gesprochen werden kann, das für die Nutzung oder Nichtnutzung ausschlaggebend ist. Dennoch bestätigten auch diese Befunde den relevanten Einfluss motivationaler Merkmale und selbstbezogenen Kognitionen für die Nutzungsentscheidung der Medienstation.

## 7.2. Motivationsrelevantes Erleben und situationales Interesse

Museen zielen unter anderem darauf ab, Besuchern ein positives, d.h. angenehmes und anregendes Besuchserlebnis zu ermöglichen, sowie deren Interessen, Einstellungen und Werte zu fördern (vgl. Kapitel 2.2.2 und 3.1.2). Positives Erleben und situationale Interessen sind nicht nur ein Ziel an sich, sie wirken sich auch positiv auf die kognitive Verarbeitung von Inhalten aus und gelten als Grundlage für die mittel- und langfristige Entwicklung dispositionaler Interessen und naturwissenschaftsbezogener Aktivitäten.

Um einen Einblick in die motivational-affektiven Prozesse der Nutzer der Medienstation zu gewinnen, befassen sich die folgenden beiden Abschnitte (7.2.1 und 7.2.2) mit den deskriptiven Auswertungen des motivationsrelevanten Erlebens und des situationalen Interesses. In einem weiteren Schritt (Kapitel 7.2.3) werden Einflussfaktoren auf das situationale Interesse untersucht. Mit multiplen Regressionsanalysen wird versucht, den relativen Einfluss verschiedener Besucher- und Besuchsvariablen auf die beiden Facetten des situationalen Interesses aufzuklären.

### 7.2.1. Ausprägung des motivationsrelevanten Erlebens

Die deskriptive Statistik zum motivationsrelevanten Erleben der Cued und Non Cued Visitors wird in Tab. 37 dargestellt. Die Auswertungen zeigen, dass die durchschnittlichen Ausprägungen in allen vier Skalen deutlich über dem theoretischen Skalenmittel von  $M=3.00$  liegen. Die Medienstation ermöglichte es, einem größeren Teil der Nutzer sich als kompetent und autonom wahrzunehmen, einen Lernerfolg zu erleben und sich wohl zu fühlen. Ein Vergleich der beiden Studiengruppen hinsichtlich ihres Erlebens der Nutzungssituation ergibt keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Autonomie- und Kompetenz-Komponente. Jedoch schätzten Cued Visitors ihren Lernerfolg tendenziell höher ein und fühlten sich tendenziell wohler in der Nutzungssituation.

Tab. 37: Motivationsrelevantes Erleben (CU, NC)

	Gesamt	Cued	Non Cued		
	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	t (df)	d
Autonomie	3.32 (.88) 172	3.25 (.98) 62	3.36 (.82) 110	-.81 (170)	.13
Kompetenz	3.88 (.97) 173	3.90 (.99) 62	3.86 (.99) 111	.26 (171)	.04
Subj. Lernerfolg	3.23 (1.18) 172	3.44 (1.18) 62	3.12 (1.17) 110	1.70+ (170)	.27
Wohlfühlen	4.29 (.95) 168	4.46 (.92) 59	4.19 (.96) 109	1.74+ (166)	.28

Die zur Absicherung der Befunde berechneten nonparametrischen Tests ergeben signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ebenfalls nur für den subjektiven Lernerfolg ( $z=-2.13$ ;  $df=170$ ;  $p\leq.05$ ) und das Wohlfühlen in der Nutzungssituation ( $z=-2.23$ ;  $df=166$ ;  $p\leq.05$ ).

Die Skala *Autonomieerleben* weist in beiden Studiengruppen einen etwas niedrigeren Mittelwert auf als das Kompetenzerleben. Über 40% der Nutzer erlebten sich als selbstbestimmt oder sehr selbstbestimmt, also ausgestattet mit Entscheidungsspielräumen und der Möglichkeit den eigenen Zielen entsprechend, eigenständig zu handeln. Rund 16% der Nutzer befanden, dass sie an der Medienstation gar nicht oder nur wenig autonom handeln konnten.

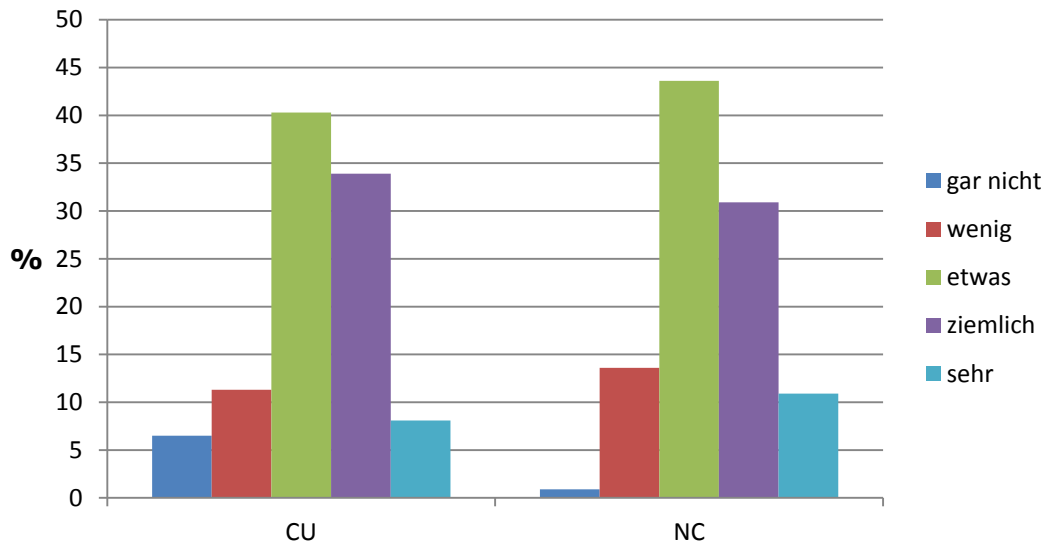


Abb. 22: Ausprägung des Autonomieerlebens

Deutlich mehr Nutzer, annähernd drei Viertel der Non Cued und zwei Drittel der Cued Visitors, erlebten sich als kompetent oder sehr kompetent in der Nutzung der Medienstation. Für diese Nutzer waren die Informationen verständlich, sie mussten sich nicht zu sehr anstrengen und fühlten sich den Anforderungen gewachsen. Der Anteil derjenigen, die sich wenig oder gar nicht kompetent fühlten, lag bei rund 10%.

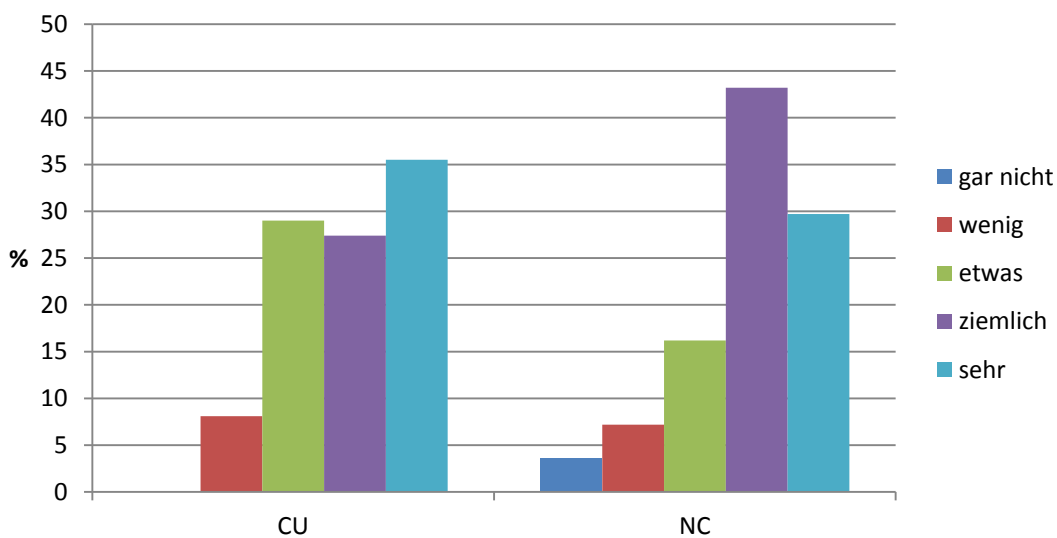


Abb. 23: Ausprägung des Kompetenzerlebens

Am niedrigsten ausgeprägt war das Item *Subjektiver Lernerfolg*. Mehr Cued Visitors als Non Cued Visitors schätzten den eigenen Lernerfolg hoch oder sehr hoch ein (65% vs. 39%). Keinen oder nur einen geringen Lernerfolg berichteten 19% der Cued und 27% der Non Cued Visitors.

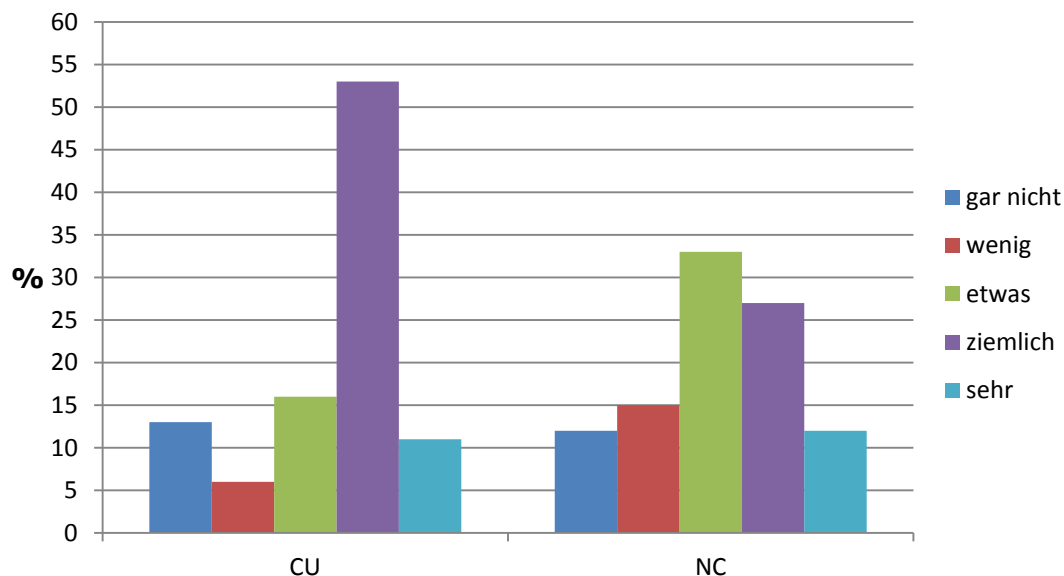


Abb. 24: Bewertung des subjektiven Lernerfolgs

Das Item *Wohlfühlen in der Nutzungssituation* wurde von den Nutzern am positivsten beantwortet. Mehr als vier Fünftel der Besucher fühlte sich ziemlich oder sehr wohl, hingegen lag der Anteil derer, die sich gar nicht oder wenig wohl fühlten bei rund 5 bzw. 6 Prozent. Cued Visitors fühlten sich häufiger als Non Cued Visitors sehr wohl in der Nutzungssituation.

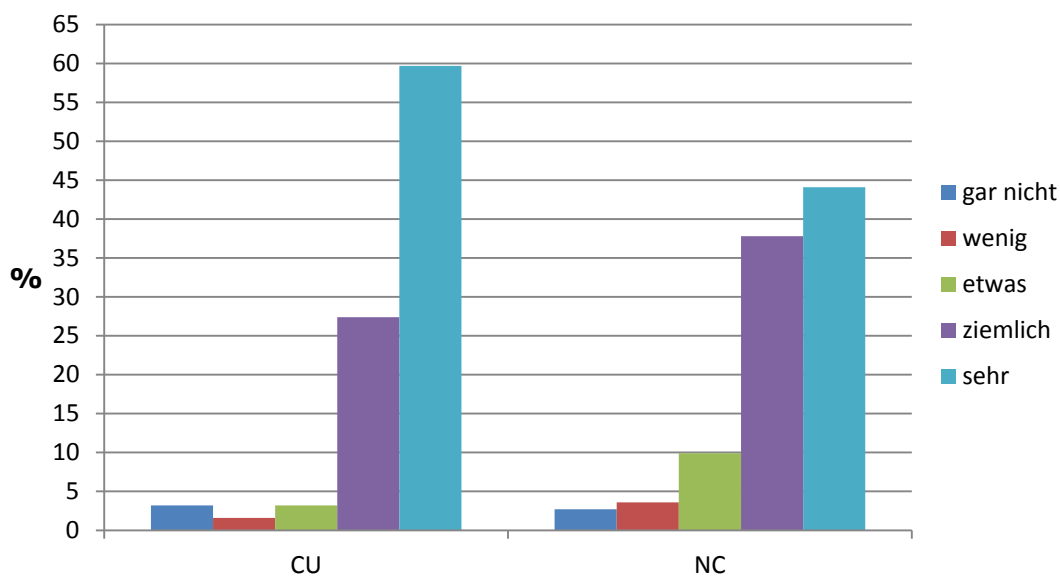


Abb. 25: Ausprägung des Wohlfühlens in der Nutzungssituation



Aufgrund der Gestaltung der Medienstation als Single-User-Einheit und der im Museum auftretenden unterschiedlichen Nutzungsbedingungen allein, zu zweit, zu dritt oder in noch größeren Gruppen, wurde ein allgemeines *Wohlfühlen* erfasst, d.h. eine Kombination aus physischem, psychischem und sozial bedingtem Wohlfühlen während der Nutzung der Medienstation (vgl. Kapitel 6.1.3). Die Erfassung erfolgte im Sinne der sozialen Eingebundenheit (Deci & Ryan, 1985) dergestalt, dass Einzelnutzer und begleitete Nutzer unterscheidbar waren. In der Gruppe der Non Cued Visitors fühlten sich Nutzer, die die Station mit einer Begleitung nutzten, nicht wohler oder unwohler als Einzelnutzer. In der Gruppe der Cued Visitors fühlten sich Einzelnutzer hingegen signifikant wohler.<sup>9</sup> Da die gemeinsame Nutzung nicht immer freiwillig erfolgte und neugierige, fremde Besucher teilweise zum Abbruch der Nutzung führten, wird auch auf Unterschiede in der wahrgenommenen Autonomie geprüft. In Situationen, in denen fremde Besucher sich interessiert neben den Nutzer stellten, bestanden unterschiedliche Einschätzungen darüber, inwiefern die Medienstation gemeinsam oder alleine genutzt wurde. Die subjektive Wahrnehmung der Nutzer wurde nicht entsprechend der Beobachtungsprotokolle korrigiert, da der Einfluss der wahrgenommenen gemeinsamen oder individuellen Nutzung einen Einfluss auf das emotionale Erleben in der Nutzungssituation untersucht werden sollte. Das Autonomieerleben der Einzelnutzer ist nur bei den Non Cued Visitors tendenziell höher ausgeprägt als das der Nutzer in Begleitung.<sup>10</sup>

### 7.2.2. Ausprägung des situationalen Interesses

Beim situationalen Interesse wurde zwischen den beiden Facetten Catch und Hold unterschieden (Kapitel 3.2.1 und 0). Deren Ausprägungen lagen beide über dem theoretischen Skalenmittel von  $M=3.00$  (vgl. Tab. 38), die Besucher entwickelten während der Nutzung dementsprechend ein deutliches situationales Interesse. Die Subskalen sind erwartungsgemäß unterschiedlich ausgeprägt: Die *Catch-Komponente*, die einem ersten Auftreten von Interesse entspricht, fällt bedeutend höher aus als die *Hold-Komponente*, die ein stabilisiertes situationales Interesse erfasst.

Die Mittelwertvergleiche weisen keine signifikanten Unterschiede auf, wobei der nonparametrische Test tendenziell auf Abweichungen zwischen Cued und Non Cued in der Hold-Komponente hinweist.

Tab. 38: Situationales Interesse (CU, NC)

	Gesamt	Cued	Non Cued		
	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	t (df)	d
SI Catch	3.80 (.71) 173	3.69 (.72) 62	3.87 (.69) 111	-1.65 (171)	.26
SI Hold	3.12 (.83) 173	3.11 (.85) 62	3.13 (.82) 111	-.11 (171)	.02

<sup>9</sup>  $t=2.47$ ;  $df=54.9$ ;  $p<.05$ ;  $d=.51$

<sup>10</sup>  $t=1.92$ ;  $df=107$ ;  $p<.10$ ;  $d=.44$ .

Über drei Viertel der Non Cued Visitors (78%) und 69% der Cued Visitors waren ziemlich oder sehr interessiert (vgl. Abb. 26). Sie hatten Spaß an der Nutzung, ihre Aufmerksamkeit und Neugier war geweckt und sie empfanden die Beschäftigung als spannend. Wenig oder gar kein situationales Interesse (*Catch*) berichteten weniger als 5% der Nutzer.

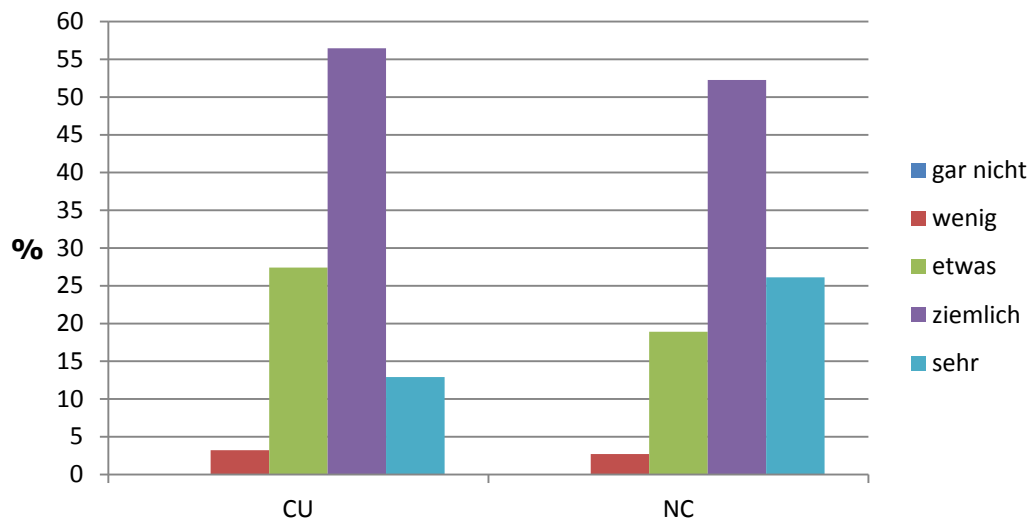


Abb. 26: Ausprägung der Catch-Komponente

Im Vergleich dazu war bei der *Hold-Facette* der untere und mittlere Interessenbereich deutlich stärker ausgeprägt. Für rund ein Viertel der Besucher war die Auseinandersetzung mit Inhalten der Medienstation wenig oder gar nicht wichtig, sie wollten nicht mehr über die Themen erfahren oder sich nicht weiter damit beschäftigen. Der Anteil an Besuchern, die ein großes oder sehr großes Interesse hatten, lag bei 36% (Cued) bzw. 42% (Non Cued) und damit deutlich niedriger als bei der Catch-Komponente.

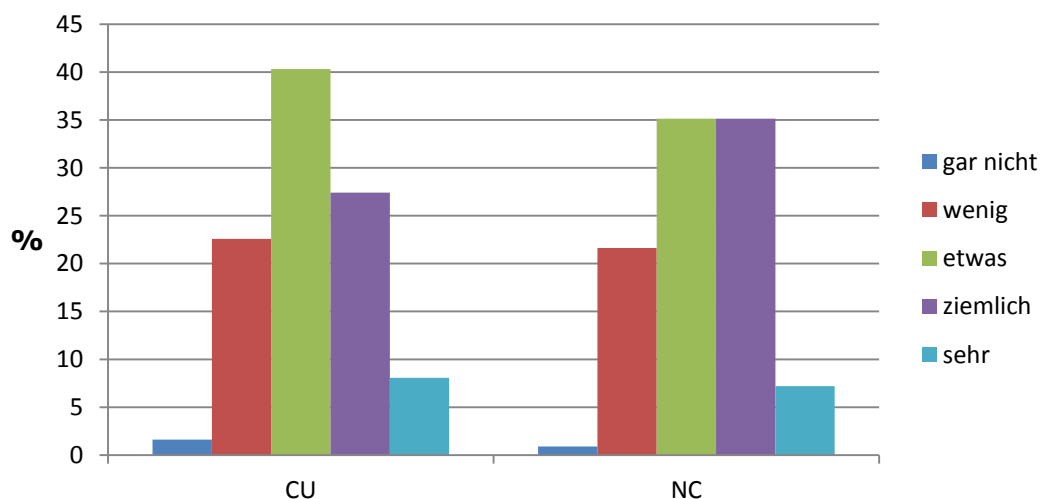


Abb. 27: Ausprägungen der Catch- und Hold-Komponente des situationalen Interesses

### 7.2.3. Einflussfaktoren für das situationale Interesse

Ausgehend von theoretischen Erkenntnissen der Motivationsforschung und einer breiten Befundlage in der Unterrichtsforschung (vgl. Kapitel 3.2.1) wird angenommen, dass die Lernprozessvariablen – das motivationsrelevante Erleben, die kognitiven Lernaktivitäten und die wahrgenommene Instruktionsqualität – in einem positiven Zusammenhang mit dem situationalen Interesse stehen (Deci & Ryan, 1993; Hidi, 1990; Hidi et al., 2004). Es wird darüber hinaus erwartet, dass verschiedene individuelle Merkmale wie die museumsspezifische Motivation, die selbstbezogene Kognition und das dispositionale Interesse für Naturwissenschaften für das situationale Interesse eine signifikante Vorhersagekraft haben.

In Regressionsanalysen werden die Catch- und Hold-Komponente des situationalen Interesses jeweils als abhängige Variable und die individuellen Merkmale sowie die Lernprozessvariablen als Prädiktoren modelliert. Ziel dieser Analysen ist es, die relative Bedeutung der einzelnen Prädiktoren für die Catch- und Hold-Komponente zu identifizieren.

Der Schwerpunkt der Betrachtung liegt dabei auf den Non Cued Visitors, deren Nutzung der Medienstation natürlich und selbstgesteuert abläuft. Während bei den Non Cued Visitors alle Variablen nach der Nutzung der Medienstation erhoben wurden, erfolgte die Auskunft der Cued Visitors zu ihren Besucher- und Besuchsmerkmalen bereits vor der Nutzung. Aus diesem Grund werden die Ergebnisse trotz bzw. wegen der festgestellten Unterschiede im motivationsrelevanten Erleben, dem situationalen Interesse und in weiteren Merkmalen (vgl. Anhang A11 und A14), vergleichend betrachtet.

#### *Museumsspezifische Motivation*

Die Regressionsmodelle mit den *Besuchszielen* und der *Medienaffinität* klären einen Teil der Varianz der Catch-Facette auf. Die Medienaffinität und die Geselligkeit als Besuchsmotivation wirken sich signifikant, bzw. tendenziell signifikant auf die Catch-Komponente aus. Bei gleichzeitiger Betrachtung der Medienaffinität und des Besuchsziels Geselligkeit ist letztere nicht mehr statistisch bedeutsam für die Vorhersage der Catch-Komponente. Für die Hold-Komponente ist keines der Modelle signifikant.<sup>11</sup>

Tab. 39: Museumsspezifische Motivation als Prädiktor für die Catch-Komponente

N=110	M1 <sup>12</sup>	M2	M3 <sup>13</sup>	M4
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta
Ziel Aktivität	-.05		-.14	
Ziel Unterhaltung	.08		.00	
Ziel Lernen	.16		.09	
Ziel Geselligkeit	.17+		.18+	.14
Medienaffinität		.36***	.38***	.35***
R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	.01	.12***	.13**	.13***

<sup>11</sup> Hold: N=11. R<sub>k</sub><sup>2</sup>=-.02 n.s.

<sup>12</sup> M1: TOL>=.79, VIF<=1.12, KI=21.61

<sup>13</sup> M3: TOL>=.76, VIF<=1.22, KI=23.88

Die Regressionsanalysen für die Gruppe der *Cued Visitors* weichen in einigen Merkmalen ab (vgl. Anhänge A22 und A23). Die Medienaffinität trägt, anders als bei den *Non Cued Visitors* nicht zur Varianzaufklärung des situationalen Interesses bei. Für die Catch-Komponente ist das Besuchsziel Geselligkeit der einzig signifikante Prädiktor, jedoch mit negativer Vorhersagekraft. Für die Hold-Komponente des situationalen Interesses haben die Besuchsziele Unterhaltung und Geselligkeit ebenfalls einen tendenziell signifikanten, negativen Effekt. Das Besuchsziel Lernen wirkt sich hingegen positiv auf die Hold-Komponente aus. Bei den *Cued Visitors* kann durch die museumsspezifische Motivation ein deutlich größerer Varianzanteil (28%) der Hold-Komponente erklärt werden als in der nicht rekrutierten Stichprobe.

### *Selbstbezogene Kognition*

Die Zusammenhänge zwischen der selbstbezogenen Kognition und dem situationalen Interesse sind nicht sehr hoch ausgeprägt, jedoch zeigen sich deutliche Unterschiede für die beiden Komponenten. Während die Zusammenhänge für die Catch-Komponente nicht signifikant sind, korrelieren die Einschätzungen der themenspezifischen Kenntnisse und der Begabung für Chemie mit der Hold-Komponente tendenziell signifikant.

Tab. 40: Korrelationen zwischen selbstbezogener Kognition und situationalem Interesse

N=106	2	3	4	5
1 SI Catch	.33***	-.13	-.04	-.06
2 SI Hold		.16	.19+	.17+
3 Kenntnisse NW			.77***	.55***
4 Kenntnisse TH				.53***
5 Selbstkonzept CH				

Aufgrund der hohen Korrelationen, insbesondere zwischen den Kenntnissen in Naturwissenschaften und den themenspezifischen Kenntnissen, wird nur das Regressionsmodell mit den themenspezifischen Kenntnissen vorgestellt. Während diese Variable zur Varianzaufklärung der Catch-Komponente nicht signifikant beiträgt<sup>14</sup>, stellt sie für die Hold-Komponente einen tendenziell signifikanten positiven Prädiktor dar.<sup>15</sup>

In der Gruppe der *Cued Visitors* sind die selbst eingeschätzten Kenntnisse keine relevanten Prädiktoren für das situationale Interesse (s.a. Anhang A24).<sup>16</sup>

### *Dispositionale Motivation*

Besteht bereits vor einer Auseinandersetzung mit einem Thema an diesem ein Interesse, resultiert das in der Situation gemessene situationale Interesse nicht allein aus der Interessantheit der Lerngelegenheit, sondern auch aus einer Aktualisierung des bestehenden Interesses (vgl. Kapitel 3.2.1).

<sup>14</sup> Catch: N=106,  $R_k^2 = -.01$  n.s.,  $\beta = -.04$

<sup>15</sup> N=106,  $R_k^2 = .03+$ ,  $\beta = .19+$

<sup>16</sup> Catch: N=62,  $R_k^2 = -.01$  n.s.,  $\beta = .09$ ; Hold: N=62,  $R_k^2 = .10$  n.s.,  $\beta = .16$

Korrelationsanalysen ergeben unterschiedliche Zusammenhangsmuster für die Catch- und Hold-Komponente des situationalen Interesses mit der dispositionalen Motivation (vgl. Tab. 41). Die Catch-Komponente steht nur in schwachem Zusammenhang mit den Variablen des dispositionalen Interesses. Hingegen finden sich signifikante, positive Zusammenhänge zwischen der Hold-Komponente und allen dispositionalen Variablen des Interesses, wobei die Korrelation mit den themenspezifischen Interessen am höchsten ausfällt. Insgesamt ist festzustellen, dass alle motivationalen Variablen positiv miteinander korreliert sind und diese Zusammenhänge höher ausfallen als diejenigen mit und zwischen der Catch- und Hold-Komponente. Aufgrund dieser ausgeprägten Interkorrelationen zwischen den Merkmalen der dispositionalen Motivation und der daraus resultierenden Multikollinearität wird ausschließlich der Einfluss des Interesses an Themen der Medienstation geprüft, das im Sinne eines aktualisierten Interesses (vgl. Kapitel 3.2.1) eine theoretische Bedeutsamkeit hat.

Tab. 41: Korrelationen zwischen dispositionalem und situationalem Interesse

N=111	2	3	4	5	6	7
1 SI Catch	.31***	.16*	.13+	.07	-.06	-.12
2 SI Hold		.38***	.49***	.29***	.21*	.24**
3 Interesse NW			.60***	.46***	.31***	.38***
4 Interesse TH				.58***	.48***	.43***
5 Freude NW					.76***	.66***
6 Wert NW						.64***
7 Aktivitäten NW						

Das Regressionsmodell mit dem themenspezifischen Interesse ist für die Catch-Komponente nicht signifikant. In der Zusammenschau mit den bivariaten Analysen kann für die Catch-Komponente festgehalten werden, dass nur ein schwacher Zusammenhang mit den themenspezifischen Interessen besteht und sich diese zur Vorhersage der Catch-Komponente nicht eignen. Hingegen kann ein Teil der Varianz der Hold-Komponente durch die Variable Interesse an Themen der Medienstation erklärt werden.<sup>17</sup>

Das Zusammenhangsmuster zwischen den dispositionalen Interessen und dem situationalen Interesse sieht bei den Cued Visitors ähnlich aus, wobei sie bei diesen Nutzern etwas niedriger ausfallen (vgl. Anhang A25). Ein wichtiger Unterschied ist der deutlich schwächere Zusammenhang des Interesses an Themen der Medienstation mit der Hold-Komponente ( $r=.16$ ;  $p=.11$ ). Das themenspezifische Interesse ist im Regressionsmodell weder für die Catch- noch für die Hold-Facette ein signifikanter Prädiktor.<sup>18</sup>

<sup>17</sup> Hold: N=111,  $R_k^2=.23$ ,  $p\leq.001$ ,  $\beta=.49***$

<sup>18</sup> Catch: N=62,  $R_k^2=-.01$  n.s.,  $\beta=.09$ ; Hold: N=62,  $R_k^2=.01$  n.s.,  $\beta=.16$

### Wahrgenommene Instruktionsqualität

Signifikante bivariate Zusammenhänge der wahrgenommenen Instruktionsqualität bestehen vor allem für die Catch-Komponente. Die höchsten Korrelationskoeffizienten weisen dabei die Einzelitems Ansprechend und Informativ auf. Für die Hold-Komponente sind diese beiden Items die einzigen mit signifikantem Zusammenhang (vgl. Anhang A26). Im Regressionsmodell (vgl. Tab. 42) können die beiden Items Ansprechend und Informativ zur Varianzaufklärung der Catch-Komponente beitragen. Die drei weiteren Instruktionsqualitäten (Verständlich, Benutzerfreundlich, Übersichtlich) tragen nicht zur Varianzaufklärung bei. Die wahrgenommene Instruktionsqualität wirkt sich auf die Entwicklung der Hold-Komponente des situationalen Interesses nicht signifikant aus. Die Regressionsmodelle für diese Facette sind nicht signifikant.<sup>19</sup>

Tab. 42: Wahrgenommene Instruktionsqualität als Prädiktor für die Catch-Komponente<sup>20</sup>

N=111	M1	M2	M3	M4	M5
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta	beta
Ansprechend	.61***	.55***	.54***	.54***	.45***
Verständlich		.13	.12	.11	.02
Benutzerfreundl.			.04	.02	.01
Übersichtlich				.04	.03
Informativ					.31***
R2k	.37***	.38***	.37***	.37***	.43***

Die Effekte der wahrgenommenen Qualität der Gestaltung der Medienstation bei den rekrutierten *Cued Visitors* und den natürlich agierenden *Non Cued Visitors* unterscheiden sich deutlich (vgl. Anhang A27). Dies zeigt sich dann auch bei den Regressionsmodellen: Während bei den *Non Cued Visitors* 43% der Varianz der Catch-Komponente durch die wahrgenommene Instruktionsqualität erklärt werden kann, ist das Modell für die *Cued Visitors* nur tendenziell signifikant und weist eine sehr viel geringere Varianzaufklärung auf.<sup>21</sup> Tendenziell signifikante Prädiktoren sind die Variablen Verständlich und Benutzerfreundlich, hingegen tragen die bei der *Non Cued* Gruppe identifizierten relevanten Variablen Ansprechend und Informativ nicht signifikant zur Varianzaufklärung bei (vgl. Anhang A28). Auch für die Hold-Komponente ist das Modell mit allen Items der wahrgenommenen Instruktionsqualität nur tendenziell signifikant.<sup>22</sup> Für die zweite Phase des situationalen Interesses sind die Merkmale Ansprechend und Benutzerfreundlich tendenziell signifikante positive Prädiktoren (vgl. Anhang A29).

<sup>19</sup> Hold: N=111,  $R_k^2=.03$  n.s.

<sup>20</sup> M2: TOL $\geq$ .78, VIF $\leq$ 1.28, KI=14.90; M3: TOL $\geq$ .7. VIF $\leq$ 1.42, KI=13.28; M4: TOL $\geq$ .62, VIF $\leq$ 1.61, KI=15.68; M5: TOL $\geq$ .62, VIF $\leq$ 1.61, KI=17.16

<sup>21</sup> Catch: N=61,  $R_k^2=.09+$

<sup>22</sup> Hold: N=61,  $R_k^2=.08+$

### Motivationsrelevantes Erleben

Zahlreiche Studien bestätigen die funktionale Bedeutung der *Basic Needs* für die Entstehung selbstbestimmter Motivation sowie situativer und dispositionaler Interessen in unterschiedlichen Lehr-Lern-Situationen (vgl. Deci & Ryan, 2000; Krapp, 2006; Lewalter et al., 1998; Prenzel et al., 1998, vgl. Kapitel 3.2.1).

Die Korrelationsanalyse weist auf unterschiedliche Zusammenhänge des motivationsrelevanten Erlebens mit den beiden Facetten des situationalen Interesses hin (vgl. Tab. 43). Für die Catch-Komponente sind die Zusammenhänge mit allen Erlebensqualitäten signifikant, wobei der Zusammenhang mit dem Autonomieerleben am höchsten und mit dem Kompetenzerleben am niedrigsten ausfällt. Für die Hold-Komponente sind nur die Korrelationen mit dem Autonomieerleben und dem Subjektiven Lernerfolg signifikant, wobei die Zusammenhänge durchgehend schwächer sind als bei der Catch-Komponente. Ein direkter Zusammenhang der Hold-Komponente mit dem Erleben von Kompetenz und dem Wohlfühlen in der Nutzungssituation besteht nicht.

Tab. 43: Korrelationen zwischen emotionalem Erleben und situationalem Interesse

N=109	2	3	4	5	6
1 SI Catch	.31***	.50***	.22*	.30***	.30***
2 SI Hold		.19*	.10	.25**	.02
3 Autonomie			-.05	.44***	.29***
4 Kompetenz				-.19*	.30***
5 Subj. Lernerfolg					.06
6 Wohlfühlen					

Werden die einzelnen Aspekte des emotionalen Erlebens nacheinander in Regressionsmodelle aufgenommen, um ihre relative Bedeutsamkeit für das situationale Interesse zu analysieren, kann die Variable Autonomieerleben 24% der Varianz der *Catch-Komponente* erklären (vgl. Tab. 44). Modell 2 zeigt, dass das Kompetenzerleben ebenfalls zur Varianzaufklärung beiträgt und sich die Vorhersagekraft des Autonomieerlebens in diesem Modell nicht abschwächt. Gemeinsam erklären die beiden Prädiktoren 30% der Varianz der Catch-Komponente. Der in Modell 3 hinzugenommene Prädiktor Subjektiver Lernerfolg, verliert im Vergleich zum direkten Effekt an Vorhersagekraft und ist nur tendenziell signifikant. Während das Erleben von Kompetenz weitgehend stabil bleibt, verliert die Variable Autonomieerleben an Gewicht. Die Varianzaufklärung erhöht sich minimal auf 31%. Modell 4 umfasst darüber hinaus das Wohlfühlen in der Nutzungssituation. Diese Variable verliert in der Interaktion ebenfalls an Vorhersagekraft und trägt nicht zu einer Steigerung der Varianzaufklärung bei. Die Regressionsmodelle machen deutlich, dass die Variablen des motivationsrelevanten Erlebens miteinander interagieren und im gemeinsamen Modell nur das Erleben von Autonomie und Kompetenz signifikante Prädiktoren bleiben. Der subjektive Lernerfolg weist einen tendenziell signifikanten Zusammenhang auf.

Tab. 44: Emotionales Erleben als Prädiktor für die Catch-Komponente<sup>23</sup>

N=109	M1	M2	M3	M4
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta
Autonomie	.50***	.51***	.44***	.41***
Kompetenz		.25**	.27***	.24**
Subj. Lernerfolg			.16+	.16+
Wohlfühlen				.09
$R^2_k$	.24***	.30***	.31***	.31***

Das erste von vier Regressionsmodellen für die *Hold-Komponente* (vgl. Tab. 45) weist einen signifikanten Effekt des Autonomieerlebens aus, wenngleich dieser deutlich niedriger ausfällt ( $R^2_k=.03^*$ ) als für die Catch-Komponente. Die Hinzunahme des Kompetenzerlebens in Modell 2 zeigt, dass diese Variable über das Erleben von Autonomie hinaus nicht weiter zur Erklärung der zweiten Phase des situationalen Interesses beiträgt. Unter Berücksichtigung des Subjektiven Lernerfolgs halbiert sich der Beta-Koeffizient des Autonomieerlebens. Gemeinsam erklären die drei Variablen 9% der Varianz der Hold-Komponente. Schließlich zeigt Modell 4, dass das Wohlfühlen in der Nutzungssituation das situationale Interesse (Hold) im gemeinsamen Variablenmodell nicht signifikant beeinflusst. Die Varianzaufklärung in Modell 4 sinkt auf 6%. Neben dem Subjektiven Lernerfolg ist das Kompetenzerleben ein tendenziell signifikanter Prädiktor.

Tab. 45: Emotionales Erleben als Prädiktor für die Hold-Komponente<sup>24</sup>

N=109	M1	M2	M3	M4
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta
Autonomie	.19*	.20*	.10	.12
Kompetenz		.11	.15	.17+
Subj. Lernerfolg			.23*	.23*
Wohlfühlen				-.08
$R^2_k$	.03*	.03+	.07*	.06*

Für die Gruppe der *Cued Visitors* wurden ebenfalls Korrelationsanalysen und Regressionsmodelle berechnet (vgl. Anhänge A30 bis A32). Die korrelativen Befunde ähneln denen der Non Cued Stichprobe, sie sind allerdings deutlich höher ausgeprägt und die Variable Wohlfühlen steht mit den beiden Kriterien und den anderen Variablen in einem anderen Zusammenhang.

In den Regressionsmodellen zeigt sich für die Cued Visitors kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Kompetenzerleben und der Catch-Komponente. Prädiktoren mit signifikanter Erklärkraft sind übereinstimmend mit der Non Cued Gruppe das Autonomieerleben und der Subjektive Lernerfolg. Die Varianzaufklärung ist in beiden Gruppen etwa gleich hoch und liegt für die Catch-Facette bei 32%.

<sup>23</sup> M2: TOL>=1.0. VIF<=1.0. KI=12.85; M3: TOL>=.78, VIF<=1.28, KI=14.90; M4: TOL>=.73, VIF<=1.37, KI=16.78

<sup>24</sup> M2: TOL>=1.0. VIF<=1.0. KI=12.85; M3: TOL>=.78, VIF<=1.28, KI=14.90; M4: TOL>=.73, VIF<=1.37, KI=16.78



Ein deutlicher Unterschied bei der Varianzaufklärung besteht für die Hold-Komponente. Ein Modell mit den vier Variablen als Prädiktoren erklärt 27% der Varianz. Sowohl die Variablen Autonomie- und Kompetenzerleben als auch der Subjektive Lernerfolg sind signifikante Prädiktoren für die Erklärung der Hold-Komponente.

### *Kognitive Lernaktivitäten*

Die Korrelationsmuster der kognitiven Lernaktivitäten unterscheiden sich für die beiden Komponenten des situationalen Interesses. Die eher oberflächenorientierten Nachvollziehenden Lernaktivitäten korrelieren höher mit der Catch-Komponente des situationalen Interesses, während die vertiefenden und organisierenden Lernaktivitäten stärker mit der Hold-Komponente in Zusammenhang stehen. Der Zusammenhang zwischen den Prädiktoren ist deutlich höher als mit den Kriterien.

Tab. 46: Korrelationen zwischen kognitiven Lernaktivitäten und situationalem Interesse

N=109	2	3	4	5
1 SI Catch	.32***	.30***	.06	.22**
2 SI Hold		.23**	.44***	.30***
3 LA Nachvollziehen			.30***	.63***
4 LA Vertiefen				.45***
5 LA Organisieren				

Ein Regressionsmodell mit den gemeinsam modellierten Variablen Nachvollziehende und Vertiefende Lernaktivitäten (Modell 2) bestätigt, dass die Nachvollziehenden Lernaktivitäten zur Varianzaufklärung der Catch-Komponente beitragen können. Die vertiefenden und organisierenden Lernaktivitäten tragen über die Nachvollziehenden Lernaktivitäten hinausgehend nicht zur Varianzaufklärung bei.

Tab. 47: Kognitive Lernaktivitäten als Prädiktor für die Catch-Komponente<sup>25</sup>

N=109	M1	M2	M3
Prädiktoren	beta	beta	beta
LA Nachvollziehen	.30***	.31**	.27*
LA Vertiefen		-.04	-.06
LA Organisieren			.08
R2k	.08***	.08**	.07*

Die Regressionsmodelle für die Hold-Komponente zeigen deutliche Interkorrelation der Lernaktivitäten. Unter Hinzunahme der Variable Nachvollziehende Lernaktivitäten tragen die vertiefenden Lernaktivitäten nicht mehr signifikant zur Varianzaufklärung bei. Gleiches gilt für die organisierenden Lernaktivitäten, deren Beta-Gewicht ebenfalls nicht signifikant ist. Die aufgeklärte Varianz der Hold-Komponente in Modell 3 ist mit 18% bedeutend höher als für die Catch-Komponente (7%).

<sup>25</sup> M2: TOL>=.91, VIF<=1.1. KI=11.41; M3: TOL>=.52, VIF<=1.91, KI=15.13

Tab. 48: Kognitive Lernaktivitäten als Prädiktor für die Hold-Komponente<sup>26</sup>

N=109	M1	M2	M3
Prädiktoren	beta	beta	beta
LA Nachvollziehen	.23*	.12	.07
LA Vertiefen		.40***	.38***
LA Organisieren			.08
$R^2_k$	.05*	.19***	.18***

Die Korrelationsanalysen für die *Cued Visitors* ergeben ein anderes Bild (vgl. Anhang A33). Es bestehen keine signifikanten Zusammenhänge mit den nachvollziehenden Lernaktivitäten; die Catch- und die Hold-Facette korrelieren ausschließlich mit den vertiefenden und den organisierenden Lernaktivitäten. Die Regressionsmodelle für die *Cued Visitors* bestätigen die von den *Non Cued* abweichenden Ergebnissen (vgl. Anhang A34). Das Modell mit allen kognitiven Lernaktivitäten erklärt 13% der Varianz der Catch-Komponente und weist nur die Organisierenden Lernaktivitäten als signifikanten Prädiktor auf. Anders als bei den *Non Cued Visitors* sind die oberflächenorientierten Lernaktivitäten nicht zur Erklärung der Catch-Komponente relevant.

Für die Hold-Komponente bestätigt sich die Relevanz der Vertiefenden Lernaktivitäten, die auch bei den *Non Cued Visitors* den wichtigsten Prädiktor darstellen. Das Modell mit allen Lernaktivitäten erklärt 17% der Varianz, annähernd gleich viel wie bei der *Non Cued* Gruppe. Aufgrund der Interkorrelation der Prädiktoren müssen diese Befunde vorsichtig interpretiert werden. Der Zusammenhang zwischen vertiefenden Lernaktivitäten und Hold-Komponente scheint jedoch stabil (vgl. Anhang A35).

#### *Vorhersagekraft der Catch-Komponente für die Hold-Komponente des situationalen Interesses*

Da die Hold-Komponente auf der ersten Phase des situationalen Interesses aufbaut (vgl. Kapitel 3.2.1), werden die Zusammenhänge zwischen diesen beiden Phasen ebenfalls untersucht. Die Korrelationsanalyse zeigt einen Zusammenhang mittlerer Größe zwischen den beiden Phasen auf. Im Regressionsmodell kann die Catch-Komponente 9% der Hold-Komponente erklären.<sup>27</sup>

Anders sieht die Lage bei den *Cued Visitors* aus, bei denen ein starker Zusammenhang ( $r=.60$ ) zwischen den beiden Facetten des situationalen Interesses besteht. Die Regressionsanalyse und die hohe Varianzaufklärung der Hold-Komponente durch die Catch-Komponente bestätigen diesen Befund.<sup>28</sup>

<sup>26</sup> M2: TOL $\geq$ .91, VIF $\leq$ 1.1. KI=11.41; M3: TOL $\geq$ .52, VIF $\leq$ 1.91, KI=15.13

<sup>27</sup> N=111,  $R_k^2=.09$ ,  $p\leq.001$ ,  $\beta=.31$

<sup>28</sup> N=62,  $R_k^2=.35$ ,  $p\leq.001$ ,  $\beta=.60$

### Modellbildung mit relevanten Prädiktoren

Die in den oben vorgestellten Regressionsmodellen identifizierten signifikanten Prädiktoren (Tab. 49) werden im Folgenden in gemeinsamen Modellen getestet (Vorgehen vgl. Kapitel 6.2.2).

Tab. 49: Übersicht über relevante Prädiktoren für Catch- und Hold-Komponente (NC und CU)

Variable	Non Cued		Cued Visitors	
	Catch	Hold	Catch	Hold
Ziel Aktivität	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Ziel Unterhaltung	n.s.	n.s.	n.s.	(-)
Ziel Lernen	n.s.	n.s.	n.s.	+
Ziel Geselligkeit	n.s.	n.s.	-	(-)
Medienaffinität	+	n.s.	n.s.	n.s.
Kenntnisse TH	n.s.	(+)	n.s.	n.s.
Interesse TH	n.s.	+	n.s.	n.s.
Ansprechend	+	n.s.	n.s.	(+)
Verständlich	n.s.	n.s.	(+)	n.s.
Benutzerfreundlich	n.s.	n.s.	(+)	(+)
Übersichtlich	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Informativ	+	n.s.	n.s.	n.s.
Autonomieerleben	+	n.s.	+	+
Kompetenzerleben	+	(+)	n.s.	+
Subj. Lernerfolg	(+)	+	+	+
Wohlfühlen	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LA Nachvollziehen	+	n.s.	n.s.	n.s.
LA Vertiefen	n.s.	+	n.s.	+
LA Organisieren	n.s.	n.s.	+	n.s.
SI Catch		+		+

+ signifikant positiver Zusammenhang; (+) tendenziell signifikant positiver Zusammenhang  
 - signifikant negativer Zusammenhang; n.s. kein signifikanter Zusammenhang

Die Regressionsmodelle für die *Catch-Komponente* der Non Cued Visitors zeigen, dass der Beitrag zur Varianzaufklärung bei einigen Variablen im gemeinsamen Modell deutlich sinkt. Insbesondere das Kompetenzerleben und die nachvollziehenden Lernaktivitäten verlieren an Gewicht. In Modell 7 werden alle Variablen gemeinsam modelliert und 53% der Varianz der Catch-Komponente erklärt. Das durch ein schrittweises Verfahren gewonnene Regressionsmodell, das zur Reduktion der Multikollinearität und in Anbetracht der relativ kleinen Stichprobe erstellt wurde, stimmt mit Modell 4 überein, in dem alle Prädiktoren signifikant sind und 51% der Varianz erklärt werden. Signifikante Prädiktoren sind darin die Medienaffinität, die wahrgenommene Qualitäten Ansprechend und Informativ sowie das Autonomieerleben.

Tab. 50: Regressionsmodelle mit relevanten Prädiktoren für die Catch-Komponente<sup>29</sup>

N=109	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta	beta	beta	beta
Medienaffinität	.36***	.24**	.21**	.17*	.19**	.20**	.20**
Ansprechend		.57***	.43***	.40***	.36***	.39***	.38***
Informativ			.29***	.22**	.21*	.17*	.17*
Autonomie				.20*	.22**	.16+	.15+
Kompetenz					.11	.14+	.10
Subj. Lernerfolg						.17*	.17*
LA Nachvollziehen							.06
R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	.12***	.43***	.49***	.51***	.52***	.53***	.53***

Die Regressionsmodelle für die *Hold-Komponente* der Non Cued Visitors zeigen ebenfalls Interaktionseffekte. So werden die themenspezifischen Kenntnisse im gemeinsamen Modell mit den themenspezifischen Interessen zu einem signifikanten negativen Prädiktor. Wenn das Interesse kontrolliert wird, hindern die selbsteingeschätzten Kenntnisse die Entstehung eines situationalen Interesses. Über diese beiden Variablen hinausgehend hat das Kompetenzerleben keine Erklärungskraft für die Ausbildung der Hold-Facette. Der subjektive Lernerfolg weist zunächst ein signifikantes Beta-Gewicht auf, ebenso wie die vertiefenden Lernaktivitäten und die Catch-Komponente. In einem Modell aller Prädiktoren (M6), das 40% der Varianz erklärt, haben jedoch nur das themenspezifische Interesse, die vertiefenden Lernaktivitäten und die Catch-Komponente ein signifikantes Beta-Gewicht. In Modell (M7), das mit der schrittweisen Regressionsmethode gewonnen wurde, ist über diese drei Merkmale hinausgehend auch der subjektive Lernerfolg ein signifikanter Prädiktor. Erklärt werden können damit 39% der Varianz der Hold-Komponente.

Tab. 51: Regressionsmodelle mit relevanten Prädiktoren für die Hold-Komponente<sup>30</sup>

N=104	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta	beta	beta	beta
Kenntnisse TH	.14	-.22*	-.22+	-.10	-.13	-.09	
Interesse TH		.59***	.60***	.54***	.45***	.40***	.32***
Kompetenz			-.02	-.01	-.04	-.12	
Subj. Lernerfolg				.25**	.21*	.13	.18*
LA Vertiefen					.33***	.34***	.32***
Catch						.24**	.21*
R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	.10	.22***	.22***	.26***	.36***	.40***	.39***

Stellt man für die *Cued Visitors* Modelle aus den signifikanten Prädiktoren zusammen, behalten die einzelnen Prädiktoren weitgehend ihre Erklärungskraft. Das Besuchsziel Geselligkeit ist ein signifikanter, negativer Prädiktor. Darüber hinaus tragen die wahrgenomme-

<sup>29</sup> M2: TOL>=.95; VIF<=1.05; KI=12.00; M3: TOL>=.75; VIF<=1.33; KI=14.06; M4: TOL>=.68; VIF<=1.47; KI=15.71; M5: TOL>=.65; VIF<=1.55; KI=21.75; M6: TOL>=.61; VIF<=1.64; KI=23.75; M7: TOL>=.46; VIF<=2.24.; KI=25.41

<sup>30</sup> M2: TOL>=.63; VIF<=1.60; KI=9.28; M3: TOL>=.64; VIF<=1.78; KI=12.58; M4: TOL>=.49; VIF<=2.03; KI=15.15; M5: TOL>=.49; VIF<=2.04; KI=16.66; M6: TOL>=.48; VIF<=2.08; KI=21.32; M7: TOL>=.84; VIF<=1.19; KI=17.70

nen Qualitäten der Medienstation Verständlich und Benutzerfreundlich sowie das Erleben von Autonomie zur Varianzaufklärung bei. Das Erleben von Kompetenz und die Lernaktivitäten sind, wie schon bei den Non Cued Visitors, im gemeinsamen Modell nicht signifikant. Modell 5 erklärt mit 45% etwa gleich viel Varianz wie Modell 4, in dem alle Prädiktoren signifikant sind.

Tab. 52: Regressionsmodelle mit relevanten Prädiktoren für die Catch-Komponente (CU)<sup>31</sup>

N=61	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta	beta	beta
Ziel Geselligkeit	-.33**	-.34**	-.37**	-.36***	-.37***	-.35**
Verständlich		.31*	.28*	.26**	.36**	.31*
Benutzerfreundlich			.26*	.22*	.20+	.19+
Autonomie				.46***	.43***	.41***
Kompetenz					-.16	-.18
LA Organisieren						.13
R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	.09**	.18**	.23***	.44***	.45***	.45***

Zum Vergleich berechnete *Stepwise-Regressionmodelle* für die Cued Visitors zeigen weitgehende Übereinstimmung mit den oben vorgestellten Befunden: Identisch ist die große Relevanz des Autonomieerlebens und des Besuchsziels Geselligkeit sowie die wahrgenommene Verständlichkeit für die Erklärung der Varianz des situationalen Interesses (Catch). Die Benutzerfreundlichkeit, das Kompetenzerleben und die organisierenden Lernaktivitäten werden in das Stepwise-Modell nicht aufgenommen, dafür aber die Variable Selbsteingeschätzte Kenntnisse in Themen der Station. In dem Modell mit signifikanten Prädiktoren wurde sie nicht berücksichtigt, da diese Variable keinen direkten signifikanten Effekt hatte und auch im gemeinsamen Modell mit den Variablen der selbstbezogenen Kognition nicht signifikant war. Offensichtlich interagiert dieses Merkmal mit anderen Prädiktoren. Die Varianzaufklärung des Stepwise-Modells ist mit 54% höher als die des Modells aus signifikanten Prädiktoren (vgl. Anhang A36).

Zahlreiche Variablen wurden als Prädiktoren für die *Hold-Komponente* identifiziert. Werden diese in einem gemeinsamen Modell betrachtet, können 48% der Varianz der Hold-Komponente erklärt werden. Nur ein kleiner Teil der Prädiktoren behält dabei seine Erklärungskraft. Im Modell mit allen signifikanten Variablen aus den Gruppen-Regressionen schwächte sich der Effekt des Autonomieerlebens durch die Hinzunahme der Catch-Komponente ab, der negative Prädiktor Geselligkeit war nicht mehr signifikant, auch die wahrgenommene Instruktionsqualität „Benutzerfreundlich“ war über die Catch-Komponente vermittelt. Es trugen nur das Autonomieerleben und die Catch-Komponente des situationalen Interesses signifikant zur Varianzaufklärung bei.

<sup>31</sup> M2: TOL>=1.00; VIF<=1.00; KI=11.29; M3: TOL>=.99; VIF<=1.04; KI=18.52; M4: TOL>=.62; VIF<=1.61; KI=22.92; M5: TOL>=.57; VIF<=1.75; KI=24.78

Tab. 53: Regressionsmodelle mit relevanten Prädiktoren für die Hold-Komponente (CU)<sup>32</sup>

N=60	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M10	M11
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta	beta	beta	beta	beta	beta	beta
Ziel Unterhaltung	-.28*	-.17	-.09	-.10	-.09	-.06	-.03	-.04	-.04	-.03
Ziel Lernen		.40**	.39**	.35**	.33**	.20+	.19+	.18	.17	.18
Ziel Geselligkeit			-.25*	-.23+	-.27*	-.30**	-.30**	-.29*	-.26*	-.17
Ansprechend				.19+	.18	.15	.13	.13	.11	.09
Benutzerfreundl.					.21+	.20+	.21*	.20+	.21*	.13
Autonomie						.39***	.43***	.41**	.38**	.27*
Kompetenz							.12	.13+	.12	.09
Subj. Lernerfolg								.05	.04	-.03
Vertiefen									.11	.10
SI Catch										.31*
R2k	.07*	.20**	.24***	.27**	.20***	.43***	.44***	.43***	.43***	.48***

Für die *Hold-Komponente* liefert das Stepwise-Modell eine ähnlich hohe Varianzaufklärung (46%) wie das Modell signifikanter Prädiktoren. In das Modell werden jedoch nur zwei Variablen aufgenommen: die Catch-Komponente und das Besuchsziel Lernen (vgl. Anhang A37). Werden in weiteren Modellen vorsichtig und unter Vermeidung einer zu stark ausgeprägten Multikollinearität die zuvor ausgeschlossenen Merkmale der dispositionalen Motivation und selbstbezogene Kognition getestet (vgl. Anhang A38), zeigt sich unverkennbar, dass diese grundsätzlich relevante Prädiktoren für die Hold-Komponente des situationalen Interesses darstellen.

#### 7.2.4. Zusammenfassung

Die Korrelations- und Regressionsanalysen machen deutlich, dass sich die beiden Facetten des situationalen Interesses (Catch und Hold) durch motivationsrelevante und kognitive Variablen erklären lassen. Die Varianzaufklärung der Catch-Komponente des situationalen Interesses (53%) fällt bedeutend höher als aus für das stabilisierte situationale Interesse (40%). Zur Ausbildung eines ersten situationalen Interesses während der Nutzung dieses medialen Lernangebots trägt die Medienaffinität der Besucher bei. Die wahrgenommene Instruktionsqualität weist ebenfalls nur für die Catch-Komponente des situationalen Interesses einen Einfluss auf. Themenspezifische Kenntnisse und Interessen tragen nicht zur Erklärung der Catch-Komponente bei, sind jedoch für die Hold-Komponente signifikante Prädiktoren. Das motivationsrelevante Erleben ist für beide Facetten relevant, wobei das Autonomieerleben nur die Catch, der subjektive Lernerfolg stärker die Hold-Komponente erklärt. Für Catch haben die nachvollziehenden Lernaktivitäten eine positive, wenngleich geringe Erklärkraft, wohingegen für die Hold-Komponente die vertiefenden Lernaktivitäten relevant sind und deutlich mehr Varianz erklären.

<sup>32</sup> M2: TOL>=.92; VIF<=1.09; KI=13.44; M3: TOL>=.82; VIF<=1.21; KI=15.64; M4: TOL>=.82; VIF<=1.21; KI=18.86; M5: TOL>=.82; VIF<=1.22; KI=23.07; M6: TOL>=.79, VIF<=1.27, KI=24.94; M7: TOL>=.77, VIF>=1.29, KI=29.89; M8: TOL>=.52, VIF<=1.04, KI=32.98; M9: TOL>=.51, VIF<=1.95, KI=34.72; M10: TOL>=.49, VIF>=2.02, KI=37.41

Zusammenfassende Regressionsmodelle aus signifikanten Prädiktoren zeigen Interaktionseffekte zwischen den Variablen. Stepwise-Modelle mit geringeren Problemen der Multikollinearität bestätigten die Befunde jedoch weitgehend. Für das situationale Interesse der Non Cued Visitors erwiesen sich für die Catch-Komponente die Medienaffinität, die wahrgenommenen Qualitäten der Medienstation Ansprechend und Informativ sowie das Autonomieerleben als signifikante Prädiktoren. Die Hold-Komponente wird durch das themenspezifische Interesse, den subjektiven Lernerfolg, die vertiefenden Lernaktivitäten und die Catch-Komponente des situationalen Interesses erklärt.

Zum Vergleich und zur Validierung der Befunde wurden für die Gruppe der Cued Visitors analog Korrelations- und Regressionsanalysen durchgeführt. Das Stepwise-Modell für diese Nutzer beinhaltete das Autonomieerleben, das Besuchsziel Geselligkeit, die wahrgenommene Instruktionsqualität Verständlich und die themenspezifischen Kenntnisse als negativen Prädiktor zur Erklärung der Catch-Komponente. Die Hold-Komponente wird im Stepwise-Modell von nur zwei Prädiktoren erklärt, dem Besuchsziel Lernen und der Catch-Komponente. Weitere Tests zeigten, dass die aufgrund von Multikollinearitäts-Problemen ausgeschlossenen Variablen (Interesse und selbstbezogene Kognition) prinzipiell relevante Prädiktoren für die Varianzaufklärung der Hold-Komponente sind. Die Befunde für die Cued Visitors bestätigen die grundsätzlichen Zusammenhänge, eine völlige Übereinstimmung der Effekte einzelner Variablen besteht jedoch nicht.

## Studie 2: Kurzfristige Veränderung der Kenntnisse

Die Erweiterung der Kenntnisse und des Verständnisses stellen für viele Kuratoren primäre Wirkungen des Museumsbesuchs dar, die jedoch nicht unabhängig von anderen Wirkungsebenen gesehen werden können (vgl. Kapitel 3.1.2). Studie 2 erfasst deshalb nicht nur das Wissen von rekrutierten Besuchern (Cued Visitors) vor und nach der Nutzung der Medienstation, sondern darüber hinaus weitere motivationale und kognitive Merkmale zur Erklärung dieser kognitiven Prozesse. Im Folgenden werden die Befunde zu den Kenntnissen der Besucher vor der Nutzung (Messzeitpunkt MZP 1) und nach der Nutzung (MZP 2) vorgestellt (Kapitel 8.1). In einem weiteren Schritt werden die Veränderungen zwischen den Erhebungszeitpunkten und bei verschiedenen Vorwissensgruppen untersucht und schließlich Einflussfaktoren auf den Wissenserwerb identifiziert (Kapitel 8.2).

### 8.1. Kenntnisse der Cued Visitors

Die für die Studie rekrutierten Teilnehmer waren Besucher der Chemieabteilung (Cued Visitors). Sie füllten sowohl vor der Nutzung (MZP 1) als auch nach der Nutzung (MZP 2) einen Fragebogen aus, der zu beiden Zeitpunkten den selbst entwickelten Fragenkatalog (vgl. Kapitel 6.1.3) zu den drei Kenntnis-Bereichen *Atome und Moleküle*, *Proteine und Antikörper* und *Modellverständnis* enthielt. Die Teilnehmer wurden gebeten, den Grad ihrer Zustimmung oder Ablehnung zu jedem Item auf einer fünfstufigen Likert-Skala anzugeben. Einige Items wurden für die Skalenbildung rekodiert, so dass der Wert 5 einer angemessenen Antwort und der Wert 1 einer unangemessenen Antwort entspricht. Die Werte von  $M \geq 1.5 < 2.5$  entsprechen somit einem tendenziell unangemessenen Wissen, Werte zwischen  $M \geq 2.5 < 3.5$  gelten als unsicheres Wissen, tendenziell angemessene Kenntnisse liegen zwischen  $M \geq 3.5 < 4.5$  und angemessene Kenntnisse und Vorstellungen sind solche mit einem Wert von über  $M \geq 4.50$ .

#### 8.1.1. Vorkenntnisse der Cued Visitors

Betrachtet man die Vorkenntnisse auf Niveau der Gesamtskala wird deutlich, dass die rekrutierten Besucher im Mittel ein relativ hoch ausgeprägtes Vorwissen haben. Dies entspricht auch dem Bildungsgrad dieser Studienteilnehmer, von denen 66% einen Studienabschluss besitzen oder anstreben (s. Anhang A11). Der relativ hohe Kenntnisstand zeigt sich in allen drei Subskalen (vgl. Tab. 54), wobei insbesondere in den thematischen Skalen *Proteine und Antikörper* und *Atome und Moleküle* relativ angemessene Vorstellungen und Kenntnisse vorliegen. Das *Modellverständnis* der Besucher ist bedeutend geringer ausgeprägt, was sich auch darin zeigt, dass hier die wenigsten Besucher der Kategorie „angemessene Vorstellungen“ zugeordnet werden können (vgl. Abb. 28). Insgesamt wird deutlich, dass mit Ausnahme des Modellverständnisses nur rund ein Siebtel der Besucher die Skalen unsicher beantwortet, d.h. zwischen angemessenen und unangemessenen Vorstellungen wechselt oder keine Kenntnisse besitzt. Bei keinem Besucher bestehen unangemessene Vorstellungen auf Skalenebene. Dies schließt jedoch nicht aus, dass unangemessene Vorstellungen bezogen auf einzelne Items oder Item-Komplexe beste-



hen. Diese Untersuchung war nicht Bestandteil der vorliegenden Arbeit (vgl. Kapitel 10.4.2).

Tab. 54: Vorkenntnisse der Cued Visitors

	N	M	SD	med
Gesamt-Skala	62	4.02	.46	4.00
Atome und Moleküle	62	4.14	.57	4.15
Proteine und Antikörper	62	4.23	.56	4.21
Modellverständnis	62	3.82	.56	3.73

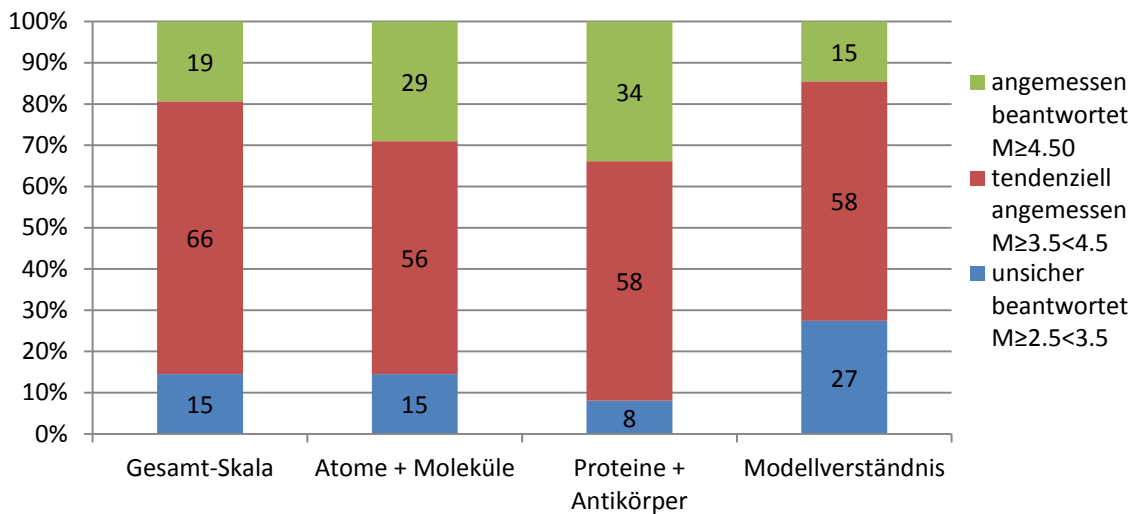


Abb. 28: Angemessenheit der Beantwortung der Kenntnis-Skalen (MZP 1)

### 8.1.2. Kenntnisse der Cued Visitors nach der Nutzung

Direkt im Anschluss an die Nutzung der Medienstation wurden die Besucher gebeten einen zweiten Fragebogen auszufüllen, der dieselben Kenntnisfragen wie zu MZP 1 enthielt. Die Besucher beantworteten die Skalen zu diesem Messzeitpunkt im Mittel tendenziell angemessen oder angemessenen. Die Skala *Proteine und Antikörper* wurde am angemessensten beantwortet, gefolgt von der Skala *Atome und Moleküle*. Das abstraktere Modellverständnis fiel weniger positiv aus als die beiden ersten Subskalen.

In Abb. 29 zeigt sich deutlich, dass annähernd die Hälfte der Studienteilnehmer angemessene Kenntnisse in den Subskalen *Atome und Moleküle* und *Proteine und Antikörper* aufweist und hier nur sehr wenige unsichere Antworten auf Skalenebene gegeben werden. Im Vergleich dazu ist der Anteil an angemessenen Antworten für die Skala *Modellverständnis* nur etwa halb so groß und nahezu ein Fünftel der Besucher war in der Beantwortung dieser Fragen unsicher.

Tab. 55: Kenntnisse der Cued Visitors (MZP 2)

	N	M	SD	med
Gesamt-Skala	62	4.29	.44	4.36
Atome und Moleküle	62	4.45	.52	4.43
Proteine und Antikörper	62	4.54	.47	4.57
Modellverständnis	62	4.04	.58	4.09

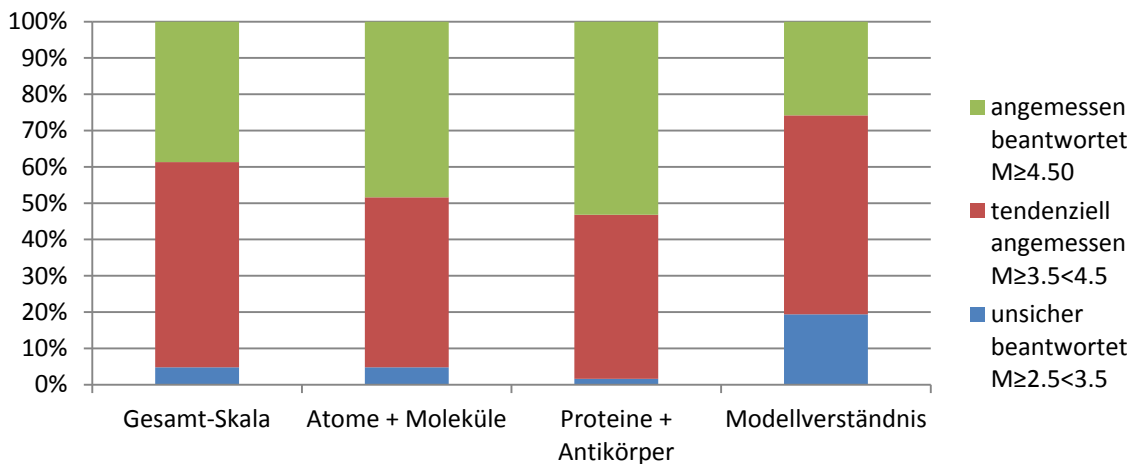


Abb. 29: Angemessenheit der Beantwortung der Kenntnis-Skalen (MZP 2)

## 8.2. Kurzfristige Veränderung der Kenntnisse

Im Folgenden werden die Veränderungen der Kenntnisse in den einzelnen Skalen zwischen den beiden Messzeitpunkten vorgestellt. Zunächst werden die Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten 1 und 2 mit t-Tests für abhängige Stichproben geprüft. Damit soll herausgefunden werden, inwiefern durch die Nutzung der Medienstation ein signifikanter Wissenszuwachs eingetreten ist und falls ja, in welcher Höhe. Im Anschluss werden die Wissensveränderungen sowie die Einflussfaktoren auf diese Veränderungen genauer untersucht.

### 8.2.1. Veränderungen der Kenntnisse der Cued Visitors

In der Gesamt-Skala sowie in allen drei Subskalen werden höchst signifikante Wissens- und Vorstellungsänderungen festgestellt. Die Besucher beantworten die Skalen nach der Nutzung der Medienstation im Mittel angemessener als zum MZP 1. Die Unterschiede entsprechen dabei einem mittlerem Effekt, mit Ausnahme der Skala *Modellverständnis* in der sich die Besucher weniger deutlich verbessern (kleiner Effekt).

Tab. 56: Veränderung der Kenntnisse der Cued Visitors (MZP 1 – MZP 2)

	MZP 1		MZP 2	
	M (SD)	M (SD)	t (df)	d
N=62				
Gesamt-Skala	4.02 (.46)	4.29 (.44)	-8.49*** (61)	.60
Atome und Moleküle	4.14 (.57)	4.45 (.52)	-6.04*** (61)	.57
Proteine und Antikörper	4.23 (.56)	4.54 (.47)	-5.85*** (61)	.60
Modellverständnis	3.82 (.56)	4.04 (.58)	-5.41*** (61)	.39

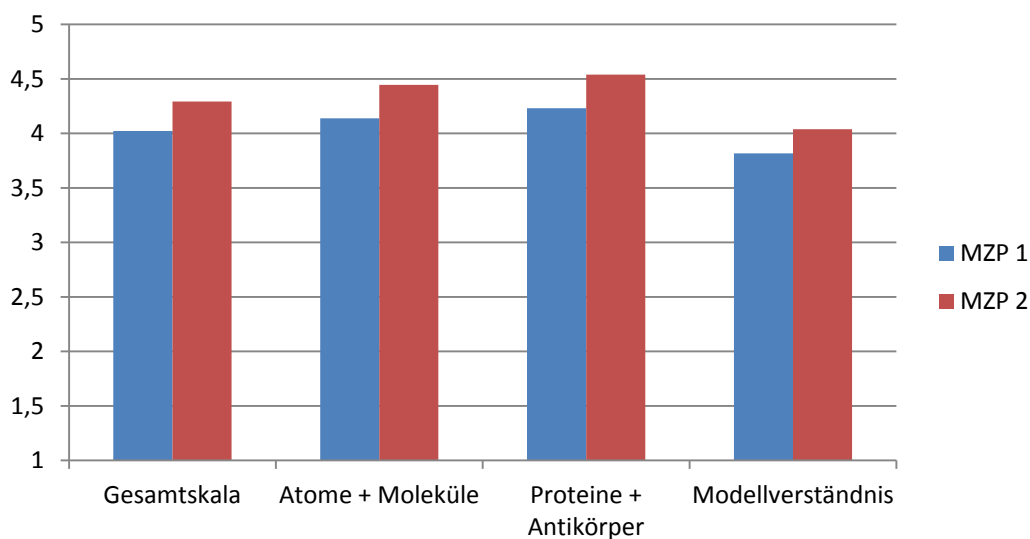


Abb. 30: Kenntnisse der Cued Visitors zu MZP 1 und MZP 2

Die Veränderungen in den einzelnen Skalen sind überwiegend positiv, insbesondere in der Gesamt-Skala weisen vier von fünf Besuchern positive Veränderungen auf. In der Skala *Proteine und Antikörper* wird die höchste maximale Veränderung eines Mittelwerts (+1.71 Punkte) erreicht, die negative Veränderung ist im Vergleich zu den anderen Subskalen am geringsten (-.57). Der Anteil der Besucher, der nach der Nutzung weniger angemessene Kenntnisse hat, fällt mit 8% gering aus. Jeder neunte Besucher weist keine Veränderungen in der Gesamtskala auf, in den Subskalen verändert sich der Skalenmittelwert bei rund einem Viertel bzw. einem Fünftel der Besucher nicht.

Tab. 57: Höhe der Veränderung der Kenntnisse der Cued Visitors (MZP 1 – MZP 2)

	N	M	SD	med	Min	Max	Veränderung (Anteil %)		
							neg.	Keine	pos.
Gesamt-Skala	62	.28	.25	.28	-.32	.88	8.1	11.3	80.6
Atome und Moleküle	62	.32	.40	.29	-.86	1.40	6.5	22.6	71.0
Proteine und Antikörper	62	.31	.42	.29	-.57	1.71	11.3	24.2	64.5
Modellverständnis	62	.22	.32	.18	-.64	1.00	11.3	21.0	67.7

### 8.2.2. Veränderung der Kenntnisse in verschiedenen Vorwissensgruppen

Entsprechend den theoretischen Annahmen zum Lernen, die in Kapitel 3.3 vorgestellt wurden, in denen das Vorwissen als herausragenden Einflussfaktor für den Lernprozess herausgestellt wird und den Befunden der Forschergruppe um Falk & Dierking (Falk & Adelman, 2003; Falk & Storksdieck, 2005a, 2005b) wurden die Studienteilnehmer nach ihren Vorkenntnissen gruppiert. Es wurden jeweils drei ungefähr gleich große Gruppen (niedrigeres, mittleres und höheres Wissen) gebildet und die Lernwirkung für diese Gruppen in allen Skalen untersucht.

Betrachtet man die *Gesamtskala*, profitierten insbesondere Personen mit mittlerem Vorwissen von der Nutzung der Medienstation und auch die Gruppe mit dem niedrigsten Vorwissen weist einen Wissenszuwachs mit großer Effektstärke auf. Der Effekt bei denjenigen Personen, die bereits vor der Nutzung über ein hohes Vorwissen verfügten, war ebenfalls signifikant, fiel aber geringer aus.

Tab. 58: Veränderungen bei unterschiedlichem Vorwissen: Gesamtskala

Gruppe	MZP 1		MZP 2	
	M (SD)	M (SD)	t (df)	d
Niedrig n=21	3.53 (.22)	3.85 (.36)	-5.34*** (20)	1.06
Mittel n=21	4.01 (.09)	4.39 (.22)	-7.68*** (20)	2.24
Hoch n=20	4.55 (.23)	4.66 (.26)	-2.89** (19)	.44

In der Subskala *Atome und Moleküle* waren es die Besucher mit geringem Vorwissen, die am stärksten von der Nutzung der Medienstation profitierten. Die Besucher mit mittlerem Vorwissen wiesen ebenfalls eine große Wissensveränderung auf. Wiederum war die Veränderung des Kenntnisstands derjenigen Personen mit hohem Vorwissen nur gering, wobei in Anbetracht des hohen Mittelwerts in dieser Gruppe von einem Deckeneffekt ausgegangen werden kann.

Tab. 59: Veränderungen bei unterschiedlichem Vorwissen: Skala Atome und Moleküle

Gruppe	MZP 1		MZP 2	
	M (SD)	M (SD)	t (df)	d
Niedrig n=20	3.47 (.22)	3.98 (.35)	-5.71*** (19)	1.76
Mittel n=24	4.19 (.23)	4.55 (.46)	-5.24*** (23)	1.01
Hoch n=18	4.81 (.16)	4.82 (.34)	-0.38 n.s. (17)	.01

Auch in der Subskala *Proteine und Antikörper* hatten die Besucher mit dem geringsten Vorwissen die höchsten Wissenszuwächse mit großer Effektstärke. Ebenfalls ein großer Effekt lässt sich bei der mittleren Vorwissensgruppe feststellen. Das hohe Vorwissen, das annähernd dem Skalenmaximum entspricht, verhinderte signifikante Wissensveränderungen in der höchsten Vorwissensgruppe.

Tab. 60: Veränderungen bei unterschiedlichem Vorwissen: Skala Proteine und Antikörper

Gruppe	MZP 1		MZP 2	
	M (SD)	M (SD)	t (df)	d
Niedrig n=20	3.57 (.26)	4.14 (.44)	-5.22*** (19)	1.56
Mittel n=21	4.23 (.18)	4.54 (.37)	-4.01** (20)	1.09
Hoch n=21	4.86 (.16)	4.92 (.18)	-1.28 n.s. (20)	.36

Während in den beiden vorherigen Subskalen Besucher mit dem niedrigsten Vorwissen am stärksten profitiert, zeigt das *Modellverständnis* der Besucher ein etwas anderes Bild. Besucher, die bereits über ein mittleres Vorwissen in dieser Skala verfügten, lernten am meisten hinzu (großer Effekt). Die Besucher mit dem niedrigsten Modellverständnis verbesserten sich ebenfalls signifikant, der Effekt ist jedoch nur von mittlerer Größe. Anders als in den beiden allgemeineren Subskalen konnten auch Besucher, die bereits ein tendenziell angemessenes Modellverständnis besaßen, von der Nutzung der Medienstation profitieren und verbesserten sich signifikant, mit kleiner Effektstärke.

Tab. 61: Veränderungen bei unterschiedlichem Vorwissen: Skala Modellverständnis

Gruppe	MZP 1		MZP 2	
	M (SD)	M (SD)	t (df)	d
Niedrig n=21	3.23 (.23)	3.50 (.43)	-3.14** (20)	.76
Mittel n=21	3.76 (.10)	4.05 (.39)	-3.60** (20)	1.01
Hoch n=20	4.49 (.29)	4.60 (.26)	-3.71*** (19)	.39

### 8.2.3. Einflussfaktoren auf die Wissensveränderungen

Im Folgenden wird der Einfluss weiterer möglicher ausgewählter dispositionaler und situationaler Faktoren auf die Wissensveränderungen regressionsanalytisch untersucht. Neben dem Vorwissen gelten Merkmale wie die selbstbezogene Kognition, das motivationsrelevante Erleben, das situationale Interesse und die kognitiven Lernaktivitäten in der Nutzungsphase sowie die Dauer der Nutzung als relevante Prädiktoren für die Lernleistung (vgl. Kapitel 3.3.1).

Zunächst werden einzelne Variablen oder Variablengruppen geprüft und dann die signifikanten Prädiktoren in ein gemeinsames Modell aufgenommen. Ein Vorteil dieser Vorgehensweise besteht darin, dass möglichst nur relevante Prädiktoren zur Vorhersage des Kriteriums berücksichtigt werden, um das Modell in Anbetracht der relativ geringen Stichprobe und der relativ hohen Korrelationen zwischen den Prädiktoren so schlank wie möglich zu gestalten. Ein gemeinsames multiples Regressionsmodell ist wichtig, da sich nur so die relativen Gewichte und somit die Bedeutung der einzelnen Variablen in Hinblick auf die Aufklärung der Kriteriumsvarianz abschätzen lassen.

#### *Vorwissen*

Wie in den Mittelwertvergleichen in Kapitel 8.2.2 deutlich wurde, stellt das Vorwissen der Besucher einen relevanten Einflussfaktor auf die Wissensveränderungen dar. Im Regressionsmodell klärt es 11% der Varianz auf ( $R^2_k=.11$ ,  $\beta=-.35$ ,  $p\leq.010$ ). Entsprechend den oben vorgestellten Befunden, dass vor allem Besucher mit niedrigem oder mittlerem

Vorwissensniveau von der Nutzung der Medienstation profitieren, ist das Vorwissen ein negativer Prädiktor für den Lernerfolg.

Um den relativen Einfluss der individuellen Merkmale und Prozessvariablen für den Lernerfolg unabhängig vom Vorwissen bewerten zu können, wird in weiteren multiplen Regressionsmodellen das Vorwissen aufgenommen. So kann geprüft werden, ob der Effekt des Prädiktors auch dann besteht, wenn der Einfluss des Vorwissens auf die Leistung kontrolliert wird (vgl. Urban & Mayerl, 2006).

### *Selbstbezogene Kognition*

Ein direkter Effekt der selbstbezogenen Kognition auf die Wissensveränderung besteht nur für die selbsteingeschätzten Kenntnisse in Themen der Medienstation. Wie das Vorwissen stellt auch die Variable „Selbsteingeschätzte themenspezifische Kenntnisse“ einen signifikanten, negativen Prädiktor dar. Die selbst eingeschätzten Kenntnisse in Naturwissenschaften und das Selbstkonzept der Begabung für Chemie tragen hingegen nicht signifikant zur Varianzaufklärung der Lernleistung bei.

Die Prädiktoren korrelieren auf mittlerem Niveau untereinander, weshalb separate Regressionsmodelle präsentiert werden und auf eine Darstellung eines Modells mit allen Variablen verzichtet wird. In M5 wird der signifikante Prädiktor Kenntnisse in Themen der Medienstation gemeinsam mit dem Vorwissen modelliert. Das Regressionsmodell ist zwar signifikant und gemeinsam werden 13% der Varianz aufgeklärt, jedoch sind die Beta-Koeffizienten der beiden Prädiktoren nicht signifikant. Dies ist neben der Toleranz, dem Varianzinflationsfaktor und dem Konditionsindex ein Hinweis auf Multikollinearität.<sup>33</sup> Die Beta-Gewichte können für die beiden Prädiktoren aufgrund ihrer ausgeprägten Korrelation ( $r=.63$ ) nicht zuverlässig geschätzt werden.

Tab. 62: Selbstbezogene Kognition als Prädiktor für Wissensveränderungen

N=60	M1	M2	M3	M4	M5
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta	beta
Kenntnisse NW	-.13				
Kenntnisse TH		-.35**			-.18
Selbstkonzept CH			-.18		
Vorwissen				-.35**	-.26
$R^2_k$	.00	.11**	.02	.11**	.13**

### *Besuchsmotivation und Medienaffinität*

Die Besuchsmotivation, d.h. mit welchen Zielen und Erwartungen Besucher ins Museum kommen und ihre Medienaffinität, also wie gerne sie sich in Museen mit Medienangeboten auseinandersetzen, wurde in gemeinsamen und separaten Modellen geprüft. Die Besuchsziele tragen nur unter Kontrolle des Vorwissens tendenziell signifikant zur Varianzaufklärung bei. Das Ziel etwas zu lernen, ist in diesem Modell ein tendenziell negati-

<sup>33</sup> Das vollständige Regressionsmodell mit den drei Merkmalen der selbstbezogenen Kognition und dem Vorwissen als Prädiktor hat einen korrigierten Regressionskoeffizienten von  $R^2_k=.1$ ,  $p<.05$ ,  $TOL>=.45$ ;  $VIF<=2.21$ ;  $KI=35.8$ , von den vier Prädiktoren ist nur das Vorwissen ein signifikanter Prädiktor. Die selbsteingeschätzten domänenspezifischen und themenspezifischen Kenntnisse sind tendenziell signifikant. Die Multikollinearitätsindizes lauten für M5:  $TOL>=.57$ ;  $VIF<=1.75$ ;  $KI=26.5$

ver Prädiktor für den kurzfristigen Lernerfolg. Die Medienaffinität trägt nicht signifikant zur Varianzaufklärung bei, auch wenn das Vorwissen der Besucher kontrolliert wird, ist das Modell nicht signifikant. Durch ein gemeinsames Modell, das tendenziell signifikant ist, können 11% der Varianz der kurzfristigen Wissensveränderungen aufgeklärt werden.

Tab. 63: Besuchsmotivation und Medienaffinität als Prädiktoren für Wissensveränderungen

N=61	M1	M2	M3	M4	M5
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta	beta
Aktivität	.10	.10		.04	.05
Unterhaltung	-.04	-.07		-.12	-.13
Lernen	-.22	-.24+		-.25+	-.26+
Geselligkeit	-.05	-.06		-.05	-.06
Medienaffinität			.19	.24	.22
Vorwissen		-.34**			-.33**
R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	-.03	.09+	.02	.01	.11+

### *Dispositionale Motivation*

Die regressionsanalytische Prüfung zeigte, dass die einzelnen Variablen des dispositionalen Interesses über das Vorwissen hinaus keine signifikanten Prädiktoren für die kurzfristigen Lerneffekte darstellen. Da diese Variablen sehr stark interkorrelieren<sup>34</sup> und sich theoretisch als aktualisiertes Interesse im situationalen Interesse wiederfinden, wird auf die Berücksichtigung in den gemeinsamen Modellen signifikanter Variablen verzichtet.

Tab. 64: Dispositionale Motivation als Prädiktor für Wissensveränderungen

N=62	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta	beta	beta	beta	beta
Freude	-.18							
Wert		-.15						
Aktivität			-.25*	-.06				
Interesse NW					-.23+	-.07		
Interesse TH							-.23+	-.06
Vorwissen				-.31*		-.32*		-.31*
R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	.02	.01	.05*	.10*	.04+	.10*	.04+	.10*

### *Motivationsrelevantes Erleben und situationales Interesse*

Das motivationsrelevante Erleben und das situationale Interesse sind im Museum sowohl Ziel als auch Mittel zum Zweck, da diese als Voraussetzung für die Entwicklung dispositiver Interessen und in vielen Lernparadigmen, wie z.B. im gemäßigten Konstruktivismus als förderlich für den Wissenserwerb gelten (vgl. Kapitel 3.3.1). Da das motivationsrelevante Erleben auf beide Facetten des situationalen Interesses wirkt (vgl. Kapitel 3.2.1), werden die Erlebensqualitäten in einem Modell mit dem situationalen Interesse geprüft. Eine gemeinsame Modellierung erlaubt es zu bestimmen, ob die Erlebensqualitäts-

<sup>34</sup> M4: TOL<=.63, VIF<=1.58, KI=24.79; M6: TOL>=.73, VIF<=1.36, KI=22.90; M8: TOL>=.76, VIF<=1.31, KI=23.15

ten über das situationale Interesse hinausgehend zur Varianzaufklärung beitragen können.

Während das Autonomieerleben und der subjektive Lernerfolg in Modell 1 keine signifikanten Prädiktoren für die Wissensveränderungen sind, steht das Kompetenzerleben in einem negativen und das Wohlfühlen in der Nutzungssituation in einem positiven Zusammenhang. Dieses Modell erklärt 18% der Varianz. Die beiden Facetten des situationalen Interesses tragen ebenfalls zur Varianzaufklärung bei (9%). Allerdings ist lediglich die Catch-Komponente ein signifikanter, positiver Prädiktor für die Wissensveränderungen, das stabilisierte situationale Interesse hat keinen Effekt. In einem gemeinsamen Modell der motivationsrelevanten Erlebensqualitäten mit dem situationalen Interesse (M3) zeigt sich, dass die Effekte weitgehend stabil sind und das Kompetenzerleben und das Wohlfühlen über die Wirkung des situationalen Interesses hinaus für die Wissensveränderung relevant sind. Gemeinsam erklären diese Prozessmerkmale 26% der Varianz. In Modell 4 wird das Vorwissen als weiterer Prädiktor aufgenommen, ist aber über die motivationalen Prozessmerkmale hinausgehend nicht signifikant. Der korrigierte Regressionskoeffizient sinkt leicht auf 25%, die Prädiktoren bleiben signifikant, verlieren aber – mit Ausnahme des Wohlfühlens – leicht an Gewicht. Auch unter Kontrolle des Vorwissens steht das Kompetenzerleben in einem negativen Zusammenhang mit den Wissensveränderungen. Es besteht eine mäßige bis ausgeprägte Multikollinearität<sup>35</sup>, die aber offensichtlich die Stabilität der Prädiktoren nur wenig beeinflusst.

Tab. 65: Motivationale Prädiktoren für Wissensveränderungen

N=59	M1	M2	M3	M4
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta
Autonomie	-.04		-.19	-.20
Kompetenz	-.34**		-.40**	-.35*
Subj. Lernerfolg	.14		-.00	-.01
Wohlfühlen	.37**		.34**	.36**
SI Catch		.36*	.41*	.37*
SI Hold		-.03	-.00	.00
Vorwissen				-.11
R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	.18**	.09*	.26***	.25**

### *Kognitive Lernaktivitäten*

Eine breite, jedoch uneinheitliche Befundlage besteht hinsichtlich der Relevanz kognitiver Lernaktivitäten für den Lernerfolg (vgl. Kapitel 3.3.3).

In Tab. 66 werden aufgrund der Interkorrelationen ( $.13 \geq r \leq .58$ ) zwischen den drei Subskalen, die Lernaktivitäten separat vorgestellt. Nur die nachvollziehenden Lernaktivitäten haben einen signifikanten, negativen Einfluss auf die Wissensveränderungen. Der F-Tests des Modells (M4), in dem die nachvollziehenden Lernaktivitäten gemeinsam mit dem Vorwissen geprüft werden, ist nur tendenziell signifikant. Das Vorwissen ist nur ein tendenziell signifikanter Prädiktor, während die nachvollziehenden Lernaktivitäten ihren

<sup>35</sup> M1: TOL $\geq$  .73, VIF $\leq$  1.6. KI=20.31, M3: TOL $\geq$  .54, VIF $\leq$  1.92, KI=25.14; M4: TOL $\geq$  .48, VIF $\leq$  2.09, KI=50.13



Einfluss vollständig verlieren. Die Schlussfolgerung, dass die kognitiven Lernaktivitäten über das Vorwissen hinausgehend nicht zur Varianzaufklärung beitragen können, ist aufgrund der Multikollinearität<sup>36</sup> nicht eindeutig zu treffen. Aufgrund der hohen Korrelation der beiden Prädiktoren (N=57, r=.61) sind die Schätzungen der Koeffizienten nicht zuverlässig. Es wird jedoch deutlich, dass die kognitiven Lernaktivitäten nur geringfügig zur Erklärung der Leistungsvarianz beitragen.

Tab. 66: Kognitive Lernaktivitäten als Prädiktoren für Wissensveränderungen

N=62	M1	M2	M3	M4
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta
LA Nachvollziehen	-.26*			-.08
LA Vertiefen		-.09		
LA Organisieren			-.20	
Vorwissen				-.31+
R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	.05*	-.01	.03	.10*

### Nutzungsdauer

Um die Nutzung so natürlich wie möglich zu gestalten, wurden die Studienteilnehmer darum gebeten, die Medienstation entsprechend ihren Interessen zu nutzen. Die mittlere Nutzungsdauer ist mit 7:37 min. (SD=2:32) sehr hoch und entspricht fast genau der notwendigen Hördauer für alle Beiträge von 7:33 min. (die Zeit für die beiden Spiele nicht mitgerechnet).<sup>37</sup>

Für die kurzfristigen Wissensveränderungen der Cued Visitors ist die Nutzungsdauer der Medienstation ein signifikanter, positiver Prädiktor. Das Modell erklärt 20% der Leistungsvarianz. Unter Berücksichtigung des Vorwissens schwächt sich der Effekt der Nutzungsdauer (und des Vorwissens) leicht ab. Die erklärte Varianz der Wissensveränderungen erhöht sich nur leicht auf insgesamt 24%. Zwischen Vorwissen und Nutzungsdauer besteht ein negativer Zusammenhang in Höhe von r=-.31, weshalb einer der drei Indizes eine mäßige Multikollinearität<sup>38</sup> anzeigt, die die Stabilität der Prädiktoren jedoch nicht gefährdet.

Tab. 67: Nutzungsdauer als Prädiktor für Wissensveränderungen

N=62	M1	M2
Prädiktoren	beta	beta
Nutzungsdauer	.46***	.39***
Vorwissen		-.24*
R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	.20***	.24***

<sup>36</sup> Das vollständige Regressionsmodell mit den drei Merkmalen der selbstbezogenen Kognition und dem Vorwissen als Prädiktor hat einen korrigierten Regressionskoeffizienten von R<sup>2</sup><sub>k</sub>=.1, p<.05, TOL>=.45; VIF<=2.21; KI=35.8, von den vier Prädiktoren ist nur das Vorwissen ein signifikanter Prädiktor. Die selbsteingeschätzten domänenspezifischen und themenspezifischen Kenntnisse sind tendenziell signifikant.

Für M4 lauten die Multikollinearitätsindizes TOL>=.62, VIF<=.162, KI=24.59

<sup>37</sup> Verschiedene Autoren berichten, dass die Nutzungsdauer bei medialen Angeboten höher liegt als dies bei statischen Objekten der Fall ist (vgl. Bell 2009:140).

<sup>38</sup> M2: TOL>=.92, VIF<=1.09, KI=24.03

### Modellbildung mit relevanten Prädiktoren

Um die relative Bedeutung der Variablen für die Ausprägung der Wissensveränderungen ermitteln zu können, werden die oben identifizierten relevanten Prädiktoren (vgl. Tab. 68) abschließend in gemeinsamen Regressionsmodellen getestet.

Tab. 68: Übersicht über relevante Prädiktoren für die kurzfristigen Wissensveränderungen

Variable	R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	p	Richtung
Vorwissen	.11	**	-
Kenntnisse TH	.11	**	-
Besuchsziele	.09	+	-
Motivationsrelevantes Erleben	.18	**	+ / -
Situationales Interesse	.09	*	+
LA Nachvollziehen	.05	*	-
Nutzungsdauer	.20	***	+

Durch ein gemeinsames Modell der in den vorherigen Regressionen identifizierten Prädiktoren werden 41% der Varianz der Wissensveränderungen aufgeklärt (M8, vgl. Tab. 69). Die Variablen stehen teilweise in einem engen Zusammenhang, entsprechend weisen die Indizes auf eine hohe Multikollinearität hin.<sup>39</sup> Um die Modellgüte zu erhöhen, wurden sukzessive die Variablen mit den niedrigsten Beta-Koeffizienten ausgeschlossen. Durch die signifikanten oder tendenziell signifikanten Prädiktoren Besuchsziel Lernen, Wohlfühlen, Catch-Komponente des situationalen Interesses und Nutzungsdauer werden 37% der Varianz erklärt (M8). In diesem Modell ist die Multikollinearität mäßig ausgeprägt. Auch die Veränderungen der Beta-Gewichte durch die sukzessive Aufnahme und den Ausschluss von Variablen weisen auf keine stark ausgeprägte Beeinträchtigung des Modells hin.

Tab. 69: Modelle mit relevanten Prädiktoren für kurzfristige Wissensveränderungen

N=57	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta	beta	beta	beta	beta	beta
Kenntnisse TH	-.30*	-.30*	-.21	-.29*	-.21+	-.14	-.14	-.18	
Ziel Lernen		-.18	-.16	-.12	-.24*	-.26*	-.23*	-.23*	-.23*
Kompetenz			-.24+	-.29*	-.28*	-.18	-.13	-.15	-.22+
Wohlfühlen				.39**	.34**	.37**	.26*	.26*	.20+
SI Catch					.35**	.37**	.30*	.33*	.32**
LA Nachvollziehen						-.19	-.09	-.11	
Nutzungsdauer							.30*	.30*	.33**
Vorwissen								.11	
R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	.08*	.09*	.12*	.26***	.36***	.35***	.41***	.41***	.41***

<sup>39</sup> M2: TOL>=.1. VIF<=1.. KI=12.17 ; M3: TOL>=.85, VIF<=1.17, KI=15.01 ; M4: TOL>=.82, VIF<=1.19, KI=20.01 ; 5: TOL>=.78, VIF<=1.28, KI=22.72; M6: TOL>=3. VIF<=3.4. KI=26.81; M7: TOL>=.28, VIF<=3.57, KI=30.19; M8: TOL>=.27; VIF<=.3.69, KI=59.34; M9:TOL>=.74, VIF<=1.35, KI=23.87

Da die Stichprobengröße nicht ausreicht, um alle Variablengruppen gleichzeitig zu testen, können weitere Interaktionen nicht ausgeschlossen werden. Zur Absicherung der Befunde wurde ein Stepwise-Modell berechnet, für das alle in diesem Kapitel untersuchten Prädiktoren bereitgestellt wurden. Da die Variablen nacheinander getestet und nur signifikante Prädiktoren in das Modell aufgenommen wurden, fällt das Verhältnis zwischen der Variablenzahl und der relativ kleinen Stichprobe von rund 60 Besuchern besser aus, und die Regressionsschätzung weist eine größere Stabilität auf. In das so ermittelte Modell (vgl. Tab. 70) werden drei Prädiktoren aufgenommen: die Nutzungsdauer, die Catch-Komponente des situationalen Interesses und die Vertiefenden Lernaktivitäten. Für die kurzfristigen Wissensveränderungen ist die Nutzungsdauer der Medienstation ein positiver Prädiktor, ebenso wie die Catch-Facette des situationalen Interesses. Die vertiefenden Lernaktivitäten stehen hingegen in einem negativen Zusammenhang mit der Lernleistung. Die drei Prädiktoren klären 36% der Varianz der Wissensveränderungen auf. Die Indizes weisen nur auf eine niedrige Multikollinearität der Prädiktoren hin.<sup>40</sup>

Tab. 70: Stepwise-Modell für die kurzfristigen Wissensveränderungen

N=56	M1
Prädiktoren	beta
Nutzungsdauer	.43***
SI Catch	.34**
LA Vertiefen	-.27*
$R^2_k$	.36***

Beide Modelle, signifikante Prädiktoren und Stepwise-Modell erklären annähernd gleich viel der Varianz der Wissensveränderungen. Zwei der drei Variablen des Stepwise-Modells fanden im Modell signifikanter Prädiktoren ebenfalls Berücksichtigung, anstelle der vertiefenden Lernaktivitäten wurden oben jedoch die nachvollziehenden Lernaktivitäten modelliert. In beiden Modellen ist die Nutzungsdauer der stärkste Prädiktor für den Lernerfolg.

#### 8.2.4. Zusammenfassung

Die Befunde der verschiedenen Analyseschritte lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Die Teilnehmer der Studie 2 weisen bereits vor der Nutzung ein tendenziell angemessenes Vorwissen in den drei Subskalen *Atome und Moleküle*, *Proteine und Antikörper* und *Modellverständnis* auf. Unangemessene Vorstellungen auf Subskalenebene bestehen nicht und relativ wenige Personen haben keine Kenntnisse bzw. zeichnen sich durch ein unsicheres Antwortverhalten aus. Häufiger als in den anderen Subskalen entsprechen die Antworten in der Subskala *Modellverständnis* unsicheren Kenntnissen bzw. unsicherem Antwortverhalten, seltener sind hingegen angemessene Modellvorstellungen. Nach der Nutzung steigen die Mittelwerte auf signifikant höhere Werte als zum MZP 1. In der Subskala *Proteine und Antikörper* werden die größten Veränderungen festgestellt, der Skalenmittelwert zum MZP 2 entspricht nun angemessenen Kenntnissen. Ebenfalls hoch ausgeprägt ist der Mittelwert der Skala *Atome und Moleküle* mit annähernd angemessene-

<sup>40</sup> TOL>=.83, VIF<=1.21, KI=14.04

nen Vorstellungen. Die festgestellten Veränderungen zwischen den Messzeitpunkten entsprechen in diesen beiden Skalen einem mittleren Effekt. Die Studienteilnehmer verändern sich etwas weniger stark in der Skala *Modellverständnis*, deren Skalenmittelwert weiterhin am niedrigsten ausfällt. Der Anteil der Besucher, die sich zwischen den Messzeitpunkten verbessern liegt zwischen 65% und 70%.

Mittels einer Gruppierung der Besucher entsprechend ihrem Vorwissen wurde gezeigt, dass insbesondere Besucher mit niedrigem und mittlerem Vorwissen von der Nutzung profitieren, während bei Besuchern mit hohem Vorwissen keine signifikanten Wissenszuwächse zu verzeichnen sind. In der Skala *Modellverständnis* besteht für alle drei Gruppen eine signifikante Steigerung.

Die bremsende Wirkung des Vorwissens für den Lernerfolg bestätigte sich in Regressionsanalysen unter Berücksichtigung motivationaler und kognitiver Prozessvariablen nur teilweise. Insgesamt standen die kognitiven Merkmale und Prozessvariablen, z.B. die vertiefenden Lernaktivitäten und das Kompetenzerleben mit dem Wissenserwerb in einem negativen Zusammenhang. Die motivationalen Merkmale (Wohlfühlen, Catch-Komponente) waren hingegen positive Prädiktoren für eine Leistungssteigerung.



## **Studie 3: Mittelfristige Veränderungen**

Drei Monate nach dem Museumsbesuch wurden die Teilnehmer der Studien 1 und 2 für die eine Adresse vorlag, postalisch oder elektronisch gebeten, sich an der Follow-up-Studie zu beteiligen (vgl. Kapitel 6.1). Eine solche zeitverzögerte Befragung ermöglicht es zu prüfen, wie sich kognitive und motivationale Merkmale der Besucher mittelfristig entwickeln. Darüber hinaus stellen Erinnerungen an den Besuch, eine häufigere Beschäftigungen mit Naturwissenschaften oder ein erneuter Museumsbesuch Facetten eines breiten Wirkungsspektrums dar, das in dieser Studie erfasst wurde (vgl. Kapitel 3.1.2).

Das folgende Kapitel gliedert sich in drei große Abschnitte: Zunächst werden die Erinnerungen aller Studienteilnehmer an den Besuch, die zwischenzeitliche Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Themen und die Bewertung der Nützlichkeit der Inhalte für das Verständnis anderer Sachverhalte untersucht (Kapitel 9.1). In einem zweiten Abschnitt wird analysiert, wie interessiert die Studienteilnehmer sind und inwiefern sich die Motivation der Teilnehmer aus Studie 1 (Nutzer und Nicht-Nutzer) in den drei Monaten seit dem Museumsbesuch verändert hat (Kapitel 9.2). Schließlich werden in Kapitel 9.3 die Veränderungen der Kenntnisse dargestellt und diesbezüglich die Angaben von nicht rekrutierten Nutzern der Medienstation (Studie 1) und rekrutierten Nutzern (Studie 2) verglichen.

### **9.1. Erinnerungen und Folgebeschäftigungen**

Bei Erinnerungen und Folgebeschäftigungen handelt es sich sowohl um Ziele des Museums (vgl. Kapitel 3.1.2) als auch um Indikatoren für die (motivationale und emotionale) Wirkung des Besuchs. Ein Museumsbesuch stellt zunächst ein Erlebnis dar, das mehr oder weniger stark erinnert wird. Er kann jedoch auch frühere Erlebnisse und Erfahrungen verstärken oder weitere Erlebnisse fördern und dazu anregen, sich mit einem Gegenstand erneut zu beschäftigen (Anderson et al., 2007). Ein in der Situation gewecktes oder gefördertes Interesse der Besucher kann sich darin äußern, dass lebhaftere Erinnerungen an den Besuch bestehen und Gelegenheiten zur Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Inhalten wahrgenommen werden. Darunter fällt auch, das Mitteilen und Diskutieren von Erfahrungen und Informationen mit Begleitpersonen oder Freunden, was wiederum die Erinnerungen verstärkt. Positive Erlebnisse mit einem Interessengegenstand und wiederholte Beschäftigungen sind über ihren Wert an und für sich, Voraussetzungen für die Entwicklung eines individuellen Interesses (Hidi & Renninger, 2006; Krapp, 2002a).

#### **9.1.1. Erinnerungen**

##### *Erinnerungen an den Museumsbesuch, die Chemieabteilung und die Medienstation*

Die Studienteilnehmer erinnerten sich „ziemlich gut“ an ihren Besuch im Deutschen Museum. Wurde spezifischer nach der Chemieabteilung gefragt, in der die Medienstation aufgestellt war, fiel die Zustimmung deutlich niedriger aus – zwischen den Kategorien „etwas“ und „ziemlich gut“. Am wenigsten ausgeprägt waren die Erinnerungen an die

untersuchte Medienstation, doch auch hier lag der Wert über dem theoretischen Skalenniveau.

Die Studiengruppen unterschieden sich nicht bzw. nur tendenziell hinsichtlich ihrer Erinnerungen an den Museumsbesuch und an die Chemieabteilung. Auch die Erinnerungen an die Medienstation fielen bei Cued Visitors und Non Cued Visitors nicht signifikant verschieden aus.

Tab. 71: Erinnerungen der verschiedenen Studiengruppen

	Gesamt	Cued	Nutzer	Nicht-Nutzer			CU - N	CU - NN	N - NN
	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	F (df)	eta <sup>2</sup> p			
Museum	4.05 (.64) 287	3.95 (.57) 38	4.04 (.65) 170	4.10 (.67) 79	.741 n.s. (2;284)	.005	n.s.	n.s.	n.s.
Chemieabt.	3.37 (.88) 282	3.18 (.96) 38	3.48 (.85) 166	3.22 (.88) 78	3.411* (2;279)	.024	n.s.	n.s.	+
Station	3.22 (.96) 204	3.34 (.75) 38	3.19 (1.00) 166		.747 n.s. (2; 201)	.004	n.s.		

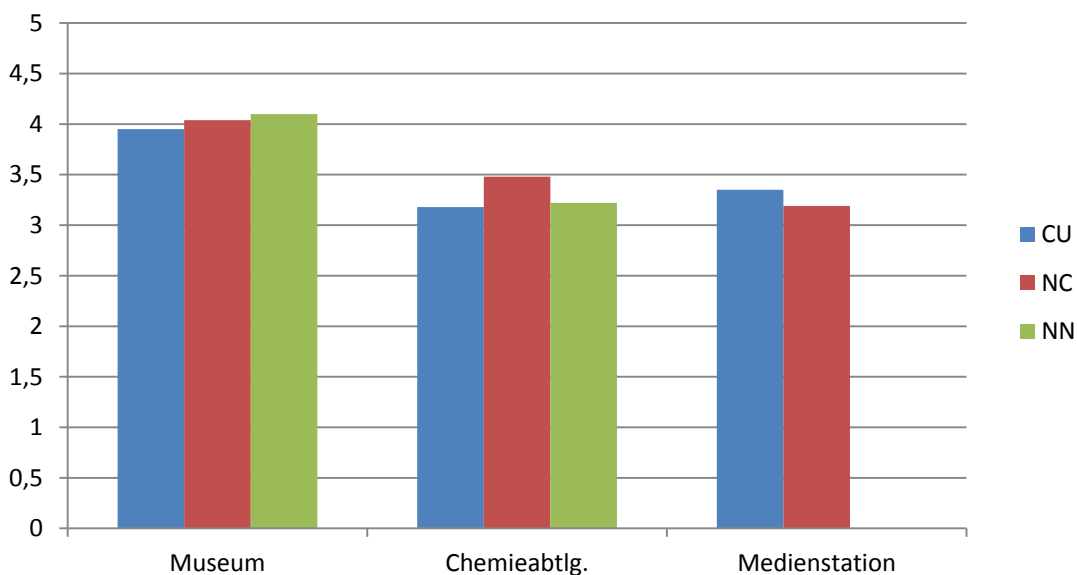


Abb. 31: Erinnerungen der verschiedenen Studiengruppen

### *Erinnerungen an spezifische Aspekte der Medienstation*

Die Nutzer der Medienstation wurden dazu befragt, an welche Aspekte der Medienstation sie sich erinnern. Vorgegeben waren die Optionen *Inhalte*, *Gestaltung*, *Erfahrung* und *Sonstiges*, das mit einem Bemerkungsfeld kombiniert war. Vier von fünf Besuchern konnten sich an Gestaltungsmerkmale der Medienstation erinnern, wohingegen nur etwas mehr als ein Drittel der Besucher Inhalte und Erfahrungen während der Nutzung nannten. Zwei Drittel der Besucher füllten das Bemerkungsfeld aus, das für diese Arbeit jedoch nicht ausgewertet werden konnte. Cued und Non Cued Visitors erinnerten sich vergleichbar häufig an die Gestaltung der Medienstation und an die dort gemachten Erfahrungen. Die Inhalte der Medienstation waren den Non Cued Visitors tendenziell weniger

präsent als den Cued Nutzern, die die Station im Mittel länger nutzten als die nicht rekrutierte Gruppe (vgl. Anhang A11).

Tab. 72: Erinnerungen von Cued Visitors und Non Cued Visitors an die Medienstation

	Gesamt		Cued		Nutzer		z (df)	d	
	M (SD)	N	M (SD)	N	M (SD)	N			
Inhalte	.38 (.49)	208	.50 (.51)	38	.35 (.48)	170	-1.76+	(206)	.32
Gestaltung	.80 (.40)	208	.84 (.37)	38	.79 (.41)	170	-.67 n.s.	(206)	.12
Erfahrungen	.35 (.48)	208	.32 (.47)	42	.36 (.48)	170	-.50 n.s.	(206)	.09
Sonstiges	.61 (.49)	208	.58 (.50)	38	.62 (.49)	170	-.44 n.s.	(206)	.14

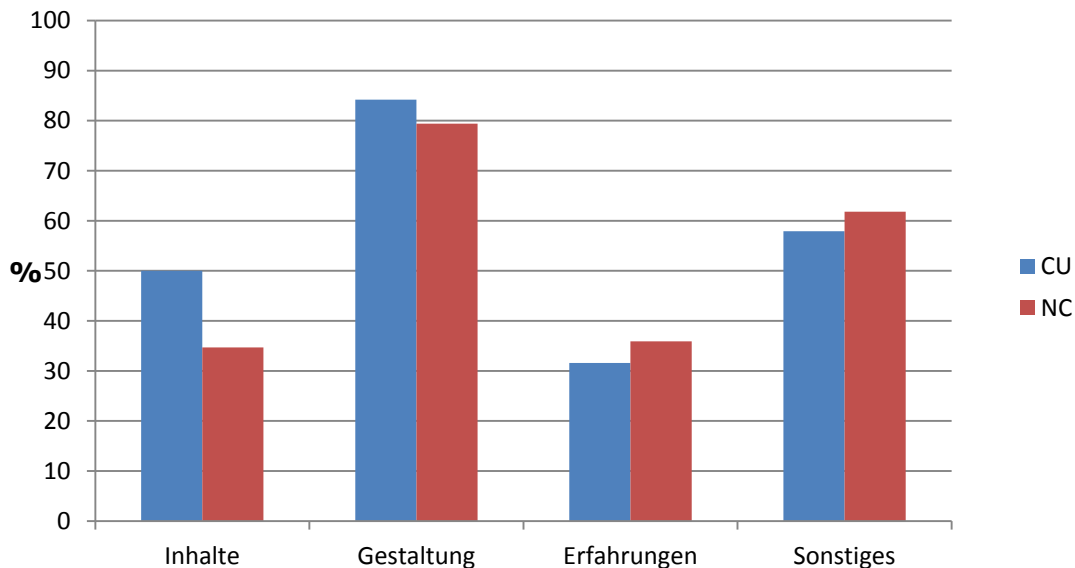


Abb. 32: Erinnerungen an Aspekte der Medienstation

### 9.1.2. Folgebeschäftigung mit Themen der Medieneinheit

Um dem Lernen als kumulativem Prozess Rechnung zu tragen und mögliche Einflüsse nachfolgender Beschäftigungen auf die mittelfristige Lernwirkung analysieren zu können (vgl. Kapitel 3.1.2), wurden alle Studienteilnehmer gefragt, wie häufig sie sich in den letzten drei Monaten mit den Themen der Medienstation beschäftigt haben. Sie sollten zudem einschätzen, inwiefern dies häufiger der Fall war als vor dem Museumsbesuch und inwiefern die Veränderungen der Beschäftigungshäufigkeit mit dem Museumsbesuch bzw. der Nutzung der Medienstation zusammenhängen.

#### *Beschäftigung mit Themen der Station*

Die Skala *Beschäftigung mit Themen der Station* bezieht sich auf die Anzahl der Themen, mit denen sich die Studienteilnehmer innerhalb der drei Monate nach dem Besuch auseinandergesetzt haben.



Die Hälfte der Besucher (51%) beschäftigte sich seit dem Museumsbesuch mit mindestens einem Thema der Medienstation (vgl. Abb. 33). Die beiden häufigsten Verhaltensvarianten waren mit 49% keine nachfolgende Beschäftigung und die Beschäftigung mit allen vier Themenbereichen der Medienstation (21%).

Die drei Besuchergruppen (Cued Visitors, Non Cued Visitors und Nicht-Nutzer) unterschieden sich in diesem Verhalten nicht signifikant voneinander.

Tab. 73: Beschäftigung mit Themen der Medienstation

	Gesamt	Cued	Nutzer	Nicht-Nutzer					
	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	F (df) <sup>41</sup>	eta <sup>2</sup> p	CU - N	CU - NN	N - NN
Aktivitäten TH	.35 (.41) 287	.36 (.41) 38	.38 (.42) 170	.31 (.36) 79	.69 n.s. (2;284)	.005	n.s.	n.s.	n.s.

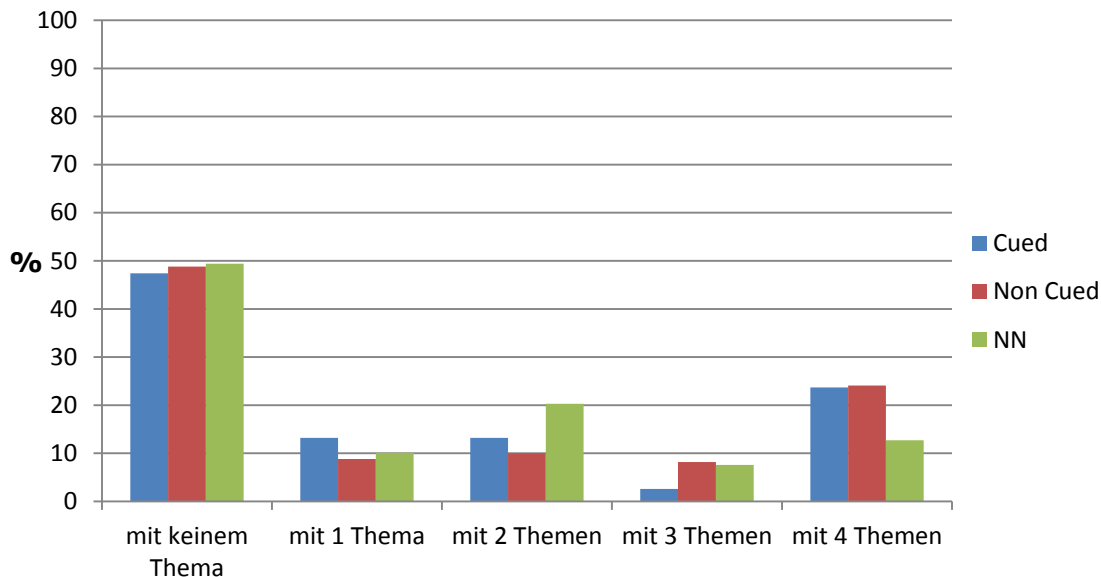


Abb. 33: Umfang der Beschäftigung mit Themen der Station

### Zusammenhang mit motivationalen Prozessvariablen

Korrelationsanalysen wurden durchgeführt, um zu prüfen, ob ein Zusammenhang zwischen dem Umfang der nachfolgenden Beschäftigung (Anzahl der Themen) besteht, mit denen sich die Nutzer in den drei Monaten nach dem Museumsbesuch beschäftigt haben. Das Kompetenzerleben der *Non Cued Visitors*<sup>42</sup> hängt tendenziell signifikant mit der Anzahl der Themen zusammen<sup>43</sup>: Je kompetenter sich die Nutzer in der Situation fühlten, mit umso mehr Themen beschäftigten sie sich innerhalb der drei Monate nach dem Besuch.

<sup>41</sup> Der nonparametrische Kruskal-Wallis-Test ergab:  $\chi^2 = .78$ ,  $df = 2$ ,  $p > .1$ .  $\phi = .185$

<sup>42</sup> Für die Korrelationsanalysen stand nur eine Teilstichprobe der Non Cued Visitors zur Verfügung, mit Besuchern, die den langen Fragebogen ausgefüllt hatte.

<sup>43</sup> Die nonparametrische Tests Kendall-Tau-b und Spearman-Rho bestätigen den Zusammenhang des Kompetenzerlebens mit den nachfolgenden Beschäftigungen. Der Zusammenhang ist in beiden Tests signifikant ( $r = .24^*$  /  $r = .30^*$ ).

Tab. 74: Korrelationen zwischen Beschäftigung, emotionalem Erleben, situationalem Interesse (NC-I)

N=49	2	3	4	5	6	7
1 Beschäftigungsumfang	.12	.25+	-.20	-.18	.07	.14
2 Autonomieerleben		-.04	.38**	.31*	.51***	.22
3 Kompetenzerleben			-.23	.27+	.27+	.08
4 Subj. Lernerfolg				-.02	.20	.36*
5 Wohlfühlen					.30*	.00
6 Catch-Komponente						.36*
7 Hold-Komponente						

Auch für die *Cued Visitors* bestehen signifikante positive Zusammenhänge<sup>44</sup> zwischen dem Umfang der nachfolgenden Beschäftigung mit dem Kompetenzerleben sowie tendenziell negative mit dem subjektiven Lernerfolg. Ebenfalls tendenziell signifikant ist der Zusammenhang mit dem Wohlfühlen in der Nutzungssituation. Besucher, die sich in der Nutzungssituation wohl fühlten und sich kompetent erlebten, nannten drei Monate nach dem Besuch mehr Themen der Medienstation, mit denen sie sich zwischenzeitlich beschäftigt hatten. Je geringer der Lernerfolg im Museum erlebt wurde, desto mehr Themen nannten die Besucher.

Tab. 75: Korrelationen zwischen Beschäftigung, emotionalem Erleben, situationalem Interesse (CU)

N=37	2	3	4	5	6	7
1 Beschäftigungsumfang	.09	.47**	-.37*	.30+	-.00	.06
2 Autonomie		-.23	.41*	.05	.42**	.47**
3 Kompetenz			-.41*	.24	-.11	.12
4 Subj. Lernerfolg				-.14	.39*	.27
5 Wohlfühlen					.22	.03
6 SI Catch						.59***
7 SI Hold						

#### *Entwicklung der Beschäftigungshäufigkeit mit Themen der Abteilung und der Station*

Diese Frage bezog sich auf die subjektive Wahrnehmung der Besucher, inwiefern sie sich seit dem Museumsbesuch häufiger mit Themen der Chemieabteilung und Themen der Medienstation beschäftigt haben. Anders als bei den Erinnerungen an die Medienstation wurden hierzu auch Nicht-Nutzer befragt, da auch der Besuch der Chemieabteilung einen solchen Effekt auslösen könnte.

Hinsichtlich der Häufigkeit der Beschäftigung mit Themen der Chemieabteilung stellten 74% der Besucher keine Veränderung fest. Knapp ein Viertel der Besucher setzte sich häufiger als vor dem Besuch mit Themen der Chemieabteilung auseinander.

Von denjenigen Besuchern, die sich in den drei Monaten mit mindestens einem Thema der Medienstation auseinandergesetzt hatten (n=145), gaben etwa 34% an, sich seit dem Museumsbesuch häufiger damit befasst zu haben.

<sup>44</sup> Die nonparametrische Tests Kendall-Tau-b und Spearman-Rho bestätigen den Zusammenhang des Kompetenzerlebens ( $r=.41^{**}$  /  $r=.48^{**}$ ), des subjektiven Lernerfolgs ( $r=-.32^{*}$  /  $r=-.35^{*}$ ), des Wohlfühlens ( $r=.36^{*}$  /  $r=.41^{*}$ ) mit den nachfolgenden Beschäftigungen. Die Zusammenhänge sind in allen Tests signifikant.

Die drei Besuchergruppen machten in beiden Themenbereichen vergleichbare Angaben zur Häufigkeitsentwicklung.

Tab. 76: Entwicklung der Beschäftigungshäufigkeit mit Themen der Chemieabteilung und Medienstation

	Gesamt	Cued	Nutzer	Nicht-Nutzer					
	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	F (df) <sup>45</sup>	eta <sup>2</sup> part	CU - N	CU - NN	N - NN
Chemieabt.	.26 (.44) 284	.19 (.40) 37	.26 (.44) 169	.28 (.45) 78	.58 n.s. (2;281)	.004	n.s.	n.s.	n.s.
Station	.34 (.48) 145	.20 (.41) 20	.35 (.48) 85	.40 (.50) 40	1.21 n.s. (2;142)	.017	n.s.	n.s.	n.s.

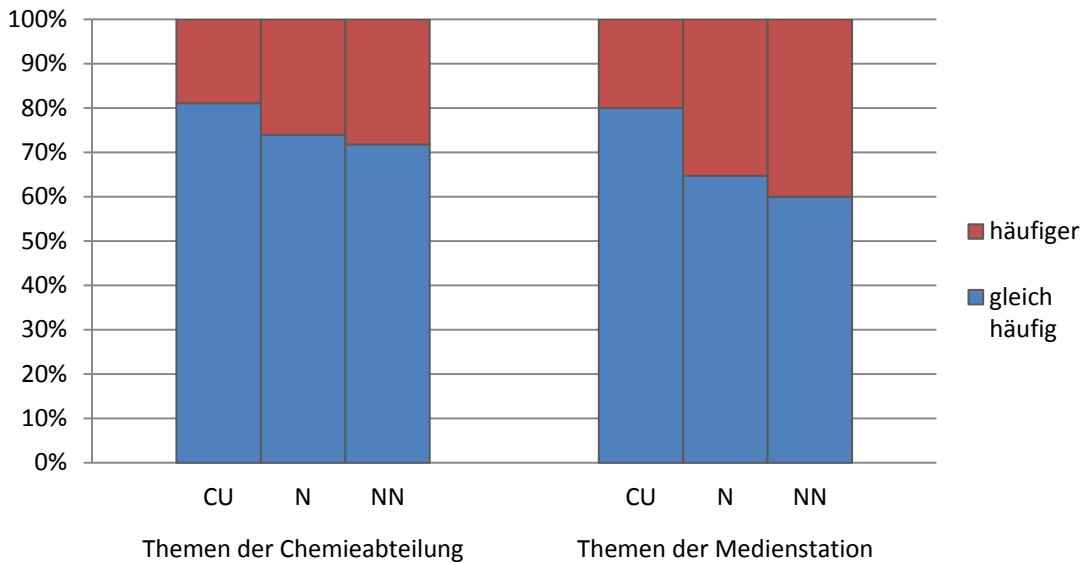


Abb. 34: Entwicklung der Beschäftigungshäufigkeit mit Themen der Chemieabteilung und Medienstation

### Zusammenhang mit motivationalen Prozessvariablen

Um festzustellen, ob das motivationsrelevante Erleben und das situationale Interesse einen Einfluss auf die Beschäftigungshäufigkeit hatten, wurden Korrelationsanalysen durchgeführt. Anders als bei den Gruppenvergleichen wurde hierfür nicht die dichotomierte Variable, sondern die ursprüngliche Variable mit fünf Antwort-Kategorien verwendet.

Für die Gruppe der *Non Cued Visitors*<sup>46</sup> bestehen keine signifikanten Zusammenhänge<sup>47</sup> zwischen der Entwicklung der Beschäftigung mit Themen der Medienstation und den motivationalen Prozessmerkmalen. Die Zusammenhänge entsprechen kleinen Effekten.

<sup>45</sup> Der nonparametrische Kruskal-Wallis-Test ergab:  $\chi^2=1.15$ ,  $df=2$ ,  $p>.1$ .  $\phi=.064$ ;  $\chi^2=2.4$ ,  $df=2$ ,  $p>.1$ .  $\phi=.129$

<sup>46</sup> Für die Korrelationsanalysen kann nur mit der Teilstichprobe NC-I gearbeitet werden, da nur für diese Gruppe Merkmale des motivationsrelevanten Erlebens vorliegen.

<sup>47</sup> Die nonparametrischen Tests Kendall-Tau-b und Spearman-Rho bestätigen, dass kein Zusammenhang zwischen dem situationalen Interesse und dem motivationsrelevanten Erleben und der häufigeren Beschäftigung mit Themen der Station besteht.

Tab. 77: Korrelationen zwischen Beschäftigungsentwicklung (nicht dichotom), motivationsrelevantem Erleben und situationalem Interesse (NC-I)

N=49	2	3	4	5	6	7
1 Beschäftigung	-.11	.15	-.02	-.13	.11	.14
2 Autonomieerleben		-.04	.38**	.31*	.51***	.22
3 Kompetenzerleben			-.23	.27+	.27+	.08
4 Subj. Lernerfolg				-.02	.20	.36*
5 Wohlfühlen					.30*	.00
6 Catch-Komponente						.36*
7 Hold-Komponente						

Bei den *Cued Visitors* ist hingegen ein signifikanter, negativer Zusammenhang<sup>48</sup> zwischen dem Kompetenzerleben während der Nutzung der Medienstation und der Beschäftigungsentwicklung festzustellen. Auch die Hold-Komponente des situationalen Interesses ist tendenziell signifikant und negativ mit dem Kriterium korreliert. Je kompetenter sich die Nutzer der Medienstation fühlten und je interessierter (Hold) sie in der Situation waren, desto stabiler war die Beschäftigungshäufigkeit. Weniger kompetente und weniger interessierte Nutzer berichteten hingegen eher von einer Steigerung der Beschäftigungshäufigkeit.

Tab. 78: Korrelationen zwischen Beschäftigungsentwicklung (nicht dichotom), motivationsrelevantem Erleben und situationalem Interesse (CU)

N=37	2	3	4	5	6	7
1 Beschäftigung	.07	-.38*	.18	.18	-.10	-.28+
2 Autonomieerleben		-.22	.37*	.05	.40*	.47**
3 Kompetenzerleben			-.43**	.24	-.12	.13
4 Subj. Lernerfolg				-.14	.40*	.25
5 Wohlfühlen					.22	.03
6 Catch-Komponente						.58***
7 Hold-Komponente						

Die Korrelationsmuster der beiden Studiengruppen bezüglich der Kriteriumsvariablen *Beschäftigungsentwicklung Themen der Station* unterscheiden sich deutlich voneinander. Während bei den nicht rekrutierten Nutzern kein Einfluss der motivationalen Prozessvariablen festzustellen ist, bestehen bei den *Cued Visitors* negative Zusammenhänge zwischen der Beschäftigungsentwicklung und dem Kompetenzerleben sowie tendenziell mit der Hold-Komponente des situationalen Interesses.

<sup>48</sup> Die nonparametrische Tests Kendall-Tau-b und Spearman-Rho bestätigen, dass ein signifikanter, negativer Zusammenhang zwischen dem Kompetenzerleben und der häufigeren Beschäftigung mit Themen der Station besteht. Die Größe des Zusammenhangs mit der Hold-Komponente ist niedriger, der tendenzielle Zusammenhang wird nicht bestätigt.

### Ausstellungsbesuch bzw. Nutzung der Station als Grund für die häufigere Beschäftigung

Die Beschäftigung der Besucher mit naturwissenschaftlichen Themen auch nach dem Besuch anzuregen, ist ein erklärtes Ziel der Museen (vgl. Kapitel 2.1.3). Gaben Studienteilnehmer an, sich häufiger als zuvor mit Themen der Chemieabteilung oder Themen der Medienstation beschäftigt zu haben, wurden sie nach einem Zusammenhang mit dem Besuch der Chemieabteilung bzw. der Nutzung der Medienstation gefragt.

Eine häufigere Beschäftigung mit Themen der Chemieabteilung stellten 26% der Studienteilnehmer fest und von diesen brachten dies 83% (n=66) mit dem Besuch der Abteilung in Verbindung. Die Relevanz der Medienstation für ihre Verhaltensänderung schätzten die Nutzer, die sich häufiger mit Themen der Medienstation beschäftigten (n=48) fast ebenso hoch ein. 76% befanden, dass die Nutzung der Station zu der häufigeren Auseinandersetzung mit den Themen beigetragen hat.

Es bestehen tendenziell Unterschiede zwischen den Besuchergruppen hinsichtlich ihrer Einschätzung zum Einfluss des Abteilungsbesuchs und der Nutzung der Medienstation. Mehr Non Cued Visitors (91%) als in den beiden anderen Gruppen (je 71%) sahen einen Einfluss des Abteilungsbesuchs auf die Beschäftigungshäufigkeit. Keiner der Post-Hoc-Tests ist signifikant, wobei hier die geringen Stichprobengrößen berücksichtigt werden müssen. Auch bezüglich der Bewertung der Medienstation bestehen tendenzielle Unterschiede zwischen den rekrutierten Cued und den Non Cued Visitors, die selbstgesteuert die Medienstation auswählten. Während 81% der Non Cued Visitors einen Einfluss der Nutzung der Medienstation auf ihre Beschäftigungshäufigkeit angeben, sind es bei den Cued nur 50% der Stichprobe. Der Post-Hoc-Test ist tendenziell signifikant, wobei hier die sehr kleine Stichprobe, mit nur sechs Cued Visitors, einschränkend beachtet werden muss.

Tab. 79: Häufigere Beschäftigung aufgrund des Besuchs und der Nutzung

	Gesamt	Cued	Nutzer / Non Cued	Nicht- Nutzer	F (df) <sup>49</sup>	eta <sup>2</sup> p	CU - N	CU - NN	N - NN
	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N					
Chemieabt.	.83 (.38) 72	.71 (.49) 7	.91 (.29) 44	.71 (.46) 21	2.40 + (2;69)	.065	n.s.	n.s.	n.s.
Station	.77 (.42) 48	.50 (.55) 6	.81 (.40) 42		2.90 + (2;46)	.059	+		

<sup>49</sup> Der nonparametrische Kruskal-Wallis-Test ergab:  $\chi^2=4.61$ ;  $df=2$ ;  $p=.10$ ;  $\phi=.255$ ;  $\chi^2=2.92$ ;  $df=2$ ;  $p>.10$ .  $\phi=.207$

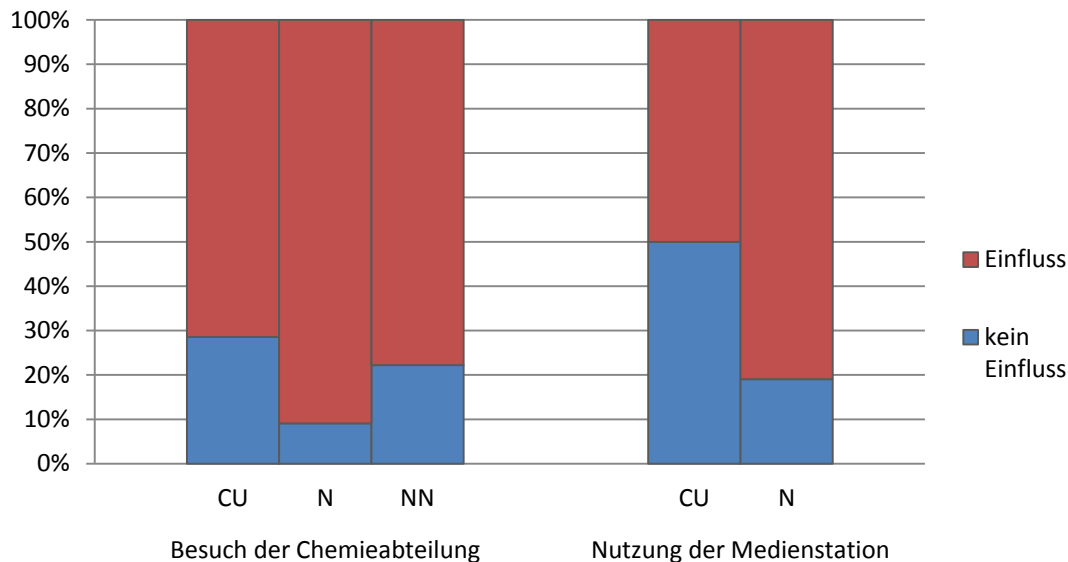


Abb. 35: Häufigere Beschäftigung aufgrund des Besuchs und der Nutzung

Auf eine Analyse der Zusammenhänge zwischen Begründung der häufigeren Beschäftigung mit Themen der Chemieabteilung und der Medienstation wird aufgrund der sehr kleinen Stichproben ( $n=16$ ,  $n=6$ ) verzichtet.

### 9.1.3. Erfahrung der Nützlichkeit der Inhalte

Naturwissenschaftlich-technische Museen wollen ihren Besuchern Informationen anbieten, die sie darin unterstützen als Bürger im Alltag handlungsfähig zu sein (vgl. Kapitel 2.1.3). Inwiefern die Informationen des Museums dazu beitragen andere Sachverhalte besser verstehen zu können, d.h. inwiefern sie im Alltag als relevant und anschlussfähig wahrgenommen wurden, soll mit dieser Frage nach der Nützlichkeit der Inhalte untersucht werden.

Für die Untersuchungsteilnehmer halfen die Inhalte der Chemieabteilung im Mittel selten bis manchmal beim Verständnis anderer Sachverhalte. Rund 80% der Besucher gaben an, dass die Inhalte hilfreich waren, davon entfielen 19% der Antworten auf die Kategorien „oft“ und „sehr oft“. In der Bewertung der Nützlichkeit der Inhalte der Chemieabteilung unterscheiden sich die Nutzergruppen nicht signifikant.

Die Inhalte der Medienstation werden weniger hilfreich eingeschätzt, sie haben eher selten beim Verständnis geholfen. Für 74% der Nutzer waren die Themen der Station hilfreich, rund 10% der Nutzer schätzten, dass die Inhalte oft oder sehr oft halfen. Die beiden Nutzergruppen unterscheiden sich nicht signifikant nicht in ihrer Einschätzung wie häufig die Themen nützlich waren.

Tab. 75: Erfahrung der Nützlichkeit der Inhalte der Chemieabteilung und der Medienstation

	Gesamt	Cued	Nutzer / Non Cued	Nicht- Nutzer					
	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	F (df)	eta <sup>2</sup> p	CU - N	CU - NN	N - NN
Chemieabt.	2.55 (1.08) 274	2.49 (1.15) 35	2.57 (1.10) 165	2.55 (1.01) 74	.09 n.s. (2;271)	.001	n.s.	n.s.	n.s.
Station	2.38 (1.09) 201	2.26 (1.06) 38	2.41 (1.10) 163		.66 n.s. (2;199)	.003	n.s.		

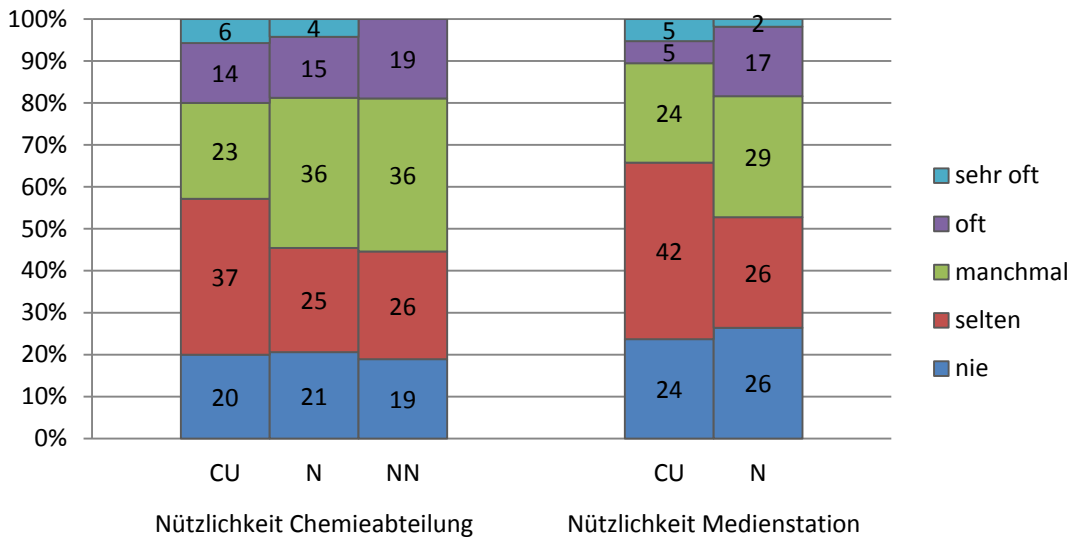


Abb. 36: Nützlichkeit der Inhalte der Chemieabteilung und der Medienstation

#### 9.1.4. Zusammenfassung

Die Studienteilnehmer können sich nach drei Monaten gut an den Museumsbesuch erinnern. Wenn spezifischer gefragt wird, d.h. nach Erinnerungen an die Chemieabteilung oder die Medienstation, sind weniger Erinnerungen vorhanden. Die drei verschiedenen Teilnehmergruppen unterscheiden sich nicht signifikant im Ausmaß ihrer Erinnerungen an die Chemieabteilung. Auch die beiden Nutzergruppen machen vergleichbare Angaben zu ihren Erinnerungen an die Medienstation, wobei die Gestaltung der Medienstation stärker im Gedächtnis geblieben ist als deren Inhalte oder die Erfahrungen während der Nutzung. Innerhalb der drei Monate nach dem Museumsbesuch hatte annähernd die Hälfte der Besucher keinen Kontakt mit Themen der Medienstation. Ein Fünftel der Besucher beschäftigte sich mit allen vier genannten Themen. Die Studiengruppen unterschieden sich nicht signifikant in ihren Antworten. Von denjenigen, die sich mit den Themen der Chemieabteilung auseinandergesetzt hatten, gab ein Viertel an, sich häufiger als vor dem Besuch damit zu beschäftigen und davon führten wiederum 83% den Abteilungsbesuch als Grund an. Mit Themen der Medienstation beschäftigten sich etwa ein Drittel der Besucher häufiger als zuvor und von diesen begründeten 76% dieses Verhalten mit der Nutzung der Medienstation. Die Entwicklung der Beschäftigungshäufigkeit bei den drei Gruppen war nicht signifikant verschieden. Non Cued Visitors begründeten die veränderte Häufigkeit tendenziell öfter mit der Nutzung der Medienstation als die Cued Visitors.

Bezüglich der Einschätzung der Nützlichkeit der Inhalte der Chemieabteilung und der Medienstation fanden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Nutzergruppen.

Für 80% der Besucher waren die Inhalte der Chemieabteilung nützlich, davon entfielen rund 20% der Angaben auf die Kategorien oft und sehr oft. Bei den Inhalten der Medienstation war die Zustimmung etwas geringer: 74% der Nutzer fanden die Inhalte nützlich, die Kategorien oft und sehr oft wurden von 10% der Nutzer gewählt.

Insgesamt ist festzustellen, dass sich die Besuchergruppen in ihren Erinnerungen, Folgebeschäftigungen und Einschätzung der Relevanz der Inhalte nicht signifikant unterscheiden.

## **9.2. Veränderungen der dispositionalen Motivation und selbstbezogenen Kognition**

Langfristig Interessen zu fördern, Einstellungen und Wertehaltungen zu beeinflussen sind Ziele der Museen (vgl. Kapitel 2.1.3 und 3.1.2). Diese informellen Lernumgebungen werden häufig mit einem positiven Erleben und der Förderung situationaler Interessen in Verbindung gebracht (vgl. Kapitel 2.2). Allerdings erstreckt sich die Entwicklung dispositionaler Interessen über einen langen Zeitraum, der nur bedingt von außen und von einem punktuellen Ereignis wie der Nutzung der Medienstation und einem dort auftretenden situationalen Interesse beeinflusst werden kann.

Die erneute Untersuchung der dispositionalen Interessen und der selbstbezogenen Kognition zum MZP 3 und der Vergleich der Studiengruppen ermöglicht es zu prüfen, inwiefern diese Merkmale sich verändern und ob ein Einfluss der Medienstation besteht. Ein erster Abschnitt befasst sich mit der dispositionalen Motivation bzw. der selbstbezogenen Kognition der unterschiedlichen Besuchergruppen drei Monate nach dem Besuch (Kapitel 9.2.1 und 9.2.4). Anschließend wird geprüft, inwiefern sich die Merkmale verändert haben und ob darin Unterschiede zwischen den Gruppen bestehen (Kapitel 9.2.2 und 9.2.5). In einem weiteren Schritt werden Einflussfaktoren auf die Veränderungen geprüft. Regressionsanalysen klären den Einfluss verschiedener Besucher- und Besuchsvariablen auf die Veränderungen der dispositionalen Motivation und selbstbezogenen Kognition (Kapitel 9.2.3 und 9.2.6).

### **9.2.1. Dispositionale Motivation für Naturwissenschaften der Besucher zum MZP 3**

Die dispositionale Motivation der Teilnehmer entspricht drei Monate nach ihrem Museumsbesuch einem mittlerem bis hohem Niveau (vgl. Tab. 80). Insbesondere in den beiden Skalen *Freude an Naturwissenschaften* und *Persönlicher Wert der Naturwissenschaften* weist ein relativ großer Anteil (28%, 31%) der Besucher eine sehr hohe Ausprägung auf. Die tatsächliche Beschäftigung mit Naturwissenschaften und das Interesse an Naturwissenschaften haben ein etwas niedrigeres Skalenmittel, entsprechend beschäftigen sich nur 6% der Besucher sehr häufig mit Naturwissenschaften und 12% sind sehr interessiert an Naturwissenschaften. Am niedrigsten ausgeprägt ist die Skala *Interesse an Themen der Medienstation*, deren Mittelwert unter dem theoretischen Skalenmittel liegt. Rund 6% der Studienteilnehmer haben drei Monate nach dem Besuch ein sehr hoch ausgeprägtes Interesse an Themen der Medienstation, wohingegen 42% der Antworten den Kategorien *kein* oder *geringes* Interesse entsprechen.



Cued und Non Cued Visitors weisen eine ähnlich ausgeprägte Motivation auf. Die Freude und der persönliche Wert der Naturwissenschaften sind bei Nicht-Nutzern der Medienstation etwas geringer ausgeprägt als bei den beiden Nutzergruppen. Während sich Cued Visitors und Non Cued Visitors nur in diesen beiden Variablen tendenziell signifikant unterscheiden, bestehen zwischen Non Cued Visitors und Nicht-Nutzern in allen Variablen signifikante bzw. tendenziell signifikante Differenzen.

Tab. 80: Dispositionale Motivation der Studienteilnehmer (MZP 3)

	Gesamt	Cued	Nutzer	Nicht-Nutzer					
	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	F (df)	eta <sup>2</sup> p	CU - N	CU - NN	N - NN
Freude NW	3.92 (.94) 287	4.01 (.94) 38	4.05 (.90) 170	3.61 (.96) 79	6.43** (2;284)	.043	n.s.	+	**
Wert NW	3.84 (.96) 287	3.96 (1.04) 38	3.95 (.92) 170	3.55 (.96) 79	5.81** (2;284)	.035	n.s.	+	**
Aktivitäten NW	3.05 (.89) 287	3.11 (1.05) 38	3.15 (.85) 170	2.81 (.86) 79	4.22* (2;284)	.029	n.s.	n.s.	*
Interesse NW	3.42 (.77) 287	3.39 (.88) 38	3.50 (.79) 170	3.25 (.64) 79	2.78 + (2;284)	.019	n.s.	n.s.	+
Interesse TH	2.70 (1.10) 187	2.72 (1.13) 38	2.83 (1.13) 170	2.42 (.98) 79	3.66* (2;284)	.025	n.s.	n.s.	*

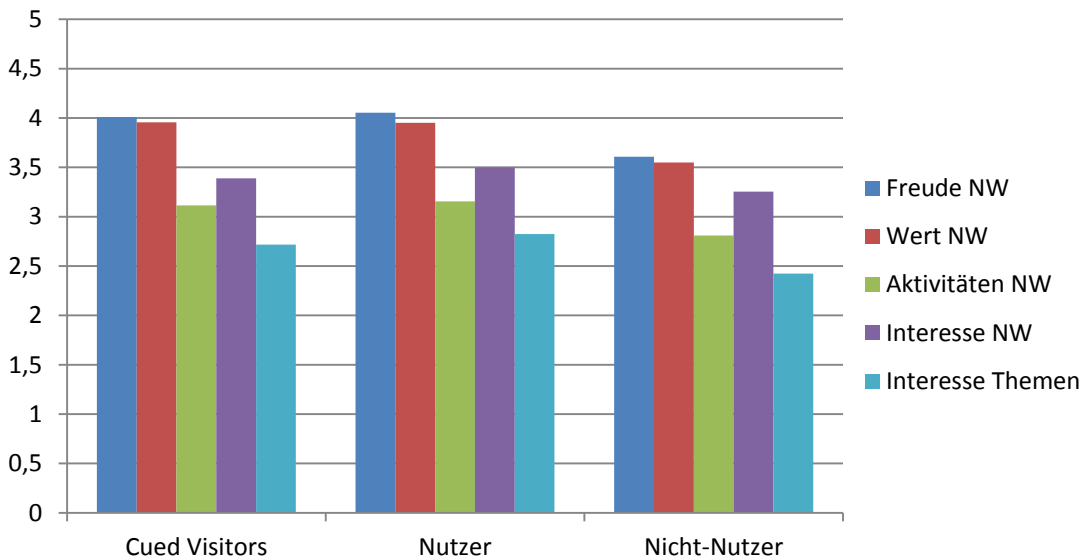


Abb. 37: Dispositionale Motivation (MZP 3)

### 9.2.2. Veränderung des dispositionalen Interesses an Naturwissenschaften

Aus Perspektive des Museums soll ein Besuch nicht nur kurzfristig das Interesse anregen und ein positives Erleben ermöglichen, sondern auch darüber hinaus die Interessen an den Naturwissenschaften dauerhaft fördern (vgl. Kapitel 3.1.2). Die Veränderungen des dispositionalen Interesses in den drei Monaten nach dem Besuch wurden untersucht und die Studiengruppen aufgrund ihrer verschiedenen Bedingungen dahingehend verglichen.

### Veränderung des dispositionalen Interesses an Naturwissenschaften

Die Motivation der Besucher liegt zum MZP 3 in allen Skalen unter den Werten von MZP 2 (vgl. Tab. 82), wobei diese Veränderungen in vier von fünf Skalen signifikant sind. Bezüglich der Einschätzung des persönlichen Werts der Naturwissenschaften verändern sich die Angaben der Besucher nicht signifikant. Die auf Werte, Aktivitäten oder Freude an Naturwissenschaften bezogenen Skalen verändern sich weniger stark als die Skalen *Interesse an Naturwissenschaften* und insbesondere das *Interesse an Themen der Medienstation*. Insgesamt nimmt die Motivation über die drei Monate hinweg zwar signifikant, aber nur mit niedriger Effektstärke ab.

Betrachtet man diese relativ kleinen Veränderungen etwas genauer, zeigt sich, dass die maximalen Veränderungen einzelner Besucher sehr groß sind. Die höchsten Werte sowohl bezogen auf die mittlere Veränderung als auch auf die Spannweite der Veränderungen werden für die Skala *Interesse an Themen der Medienstation* festgestellt. Mindestens ein Viertel der Studienteilnehmer gibt drei Monate nach dem Besuch eine höhere Motivation an.

Tab. 81: Veränderung des dispositionalen Interesses (MZP 1/2 – MZP 3)

	N	MZP 1/2	MZP 3	t (df)	d	Höhe Veränd.			Veränderung (Anteil %)		
		M (SD)	M (SD)			M (SD)	Min	Max	neg.	keine	pos.
Freude NW	287	4.03 (.86)	3.92 (.94)	3.31*** (286)	.12	-.10 (.54)	- 2.00	1.33	35.5	40.1	24.4
Wert NW	287	3.85 (.86)	3.84 (.96)	.31 n.s. (286)	.01	-.01 (.61)	- 2.33	2.00	32.4	32.1	35.5
Aktivitäten NW	287	3.20 (.89)	3.05 (.89)	4.24*** (286)	.17	-.15 (.59)	- 2.00	2.00	46.3	24.0	29.6
Interesse NW	287	3.61 (.68)	3.42 (.77)	5.00*** (286)	.26	-.19 (.65)	- 2.25	2.50	56.4	14.6	28.9
Interesse TH	286	3.11 (1.08)	2.70 (1.10)	7.43*** (285)	.37	-.40 (.93)	- 3.00	3.75	58.0	16.4	25.5

### Höhe der Veränderung der dispositionalen Motivation bei Cued und Non Cued Visitors

Die Mittelwertvergleiche zeigen, dass die Veränderungen zwischen der Messung im Museum und drei Monate nach dem Besuch nicht in allen Gruppen signifikant sind (vgl. Tab. 82 und Anhänge A41 bis A43).

Die Non Cued Visitors weisen in vier der fünf Skalen signifikante Veränderungen auf, wohingegen sich bei Cued Visitors und Nicht-Nutzern die dispositionale Motivation in den drei Monaten nur in zwei Variablen signifikant bzw. tendenziell signifikant verändert. Trotz dieser offensichtlichen Unterschiede ist ein weiterer Test, der die drei Gruppen bezüglich der Höhe der motivationalen Veränderungen vergleicht, nicht signifikant. Dies ist vermutlich den geringen Effektgrößen, der kleinen Stichprobe und den großen Unterschieden in der Gruppenstärke geschuldet.

Tab. 82: Höhe der Veränderungen der dispositionalen Motivation

	Gesamt	Cued	Nutzer	Nicht-Nutzer	F (df)	eta <sup>2</sup> p	CU - N	CU - NN	N - NN
	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N					
Freude NW	-.10*** (.54) 287	-.05 (.42) 38	-.12** (.50) 170	-.10 (.65) 79	.25 n.s. (2;284)	.002	n.s.	n.s.	n.s.
Wert NW	-.01 (.61) 287	.01 (.56) 38	.01 (.64) 170	-.06 (.59) 79	.40 n.s. (2;284)	.003	n.s.	n.s.	n.s.
Aktivitäten NW	-.15*** (.59) 287	-.25** (.53) 38	-.16*** (.59) 170	-.08 (.60) 79	1.23 n.s. (2;284)	.009	n.s.	n.s.	n.s.
Interesse NW	-.19*** (.65) 287	-.07 (.54) 38	-.22*** (.69) 170	-.18* (.61) 79	.84 n.s. (2;284)	.006	n.s.	n.s.	n.s.
Interesse TH	-.41*** (.93) 286	-.29+ (.89) 38	-.46*** (.99) 170	-.34*** (.80) 78	.81 n.s. (2;283)	.006	n.s.	n.s.	n.s.

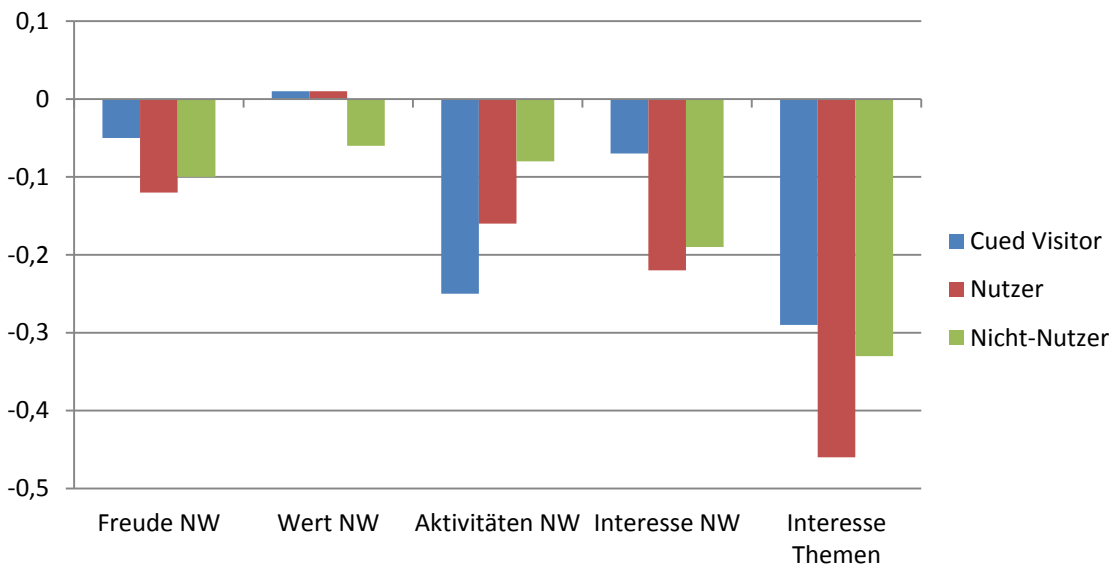


Abb. 38: Höhe der Veränderung der dispositionalen Motivation (MZP 1/2 – MZP 3)

### 9.2.3. Einflussfaktoren auf die Veränderung des thematischen Interesses

Bei den themenspezifischen Interessen wurden mittelfristig für alle drei Studiengruppen signifikante negative Veränderungen mit kleinen Effekten festgestellt (vgl. Anhänge A41 bis A43). Im Folgenden werden deshalb mögliche Einflussfaktoren auf die Veränderung des themenspezifischen Interesses der unterschiedlichen Gruppen geprüft. Zunächst werden das motivationsrelevante Erleben und das situationale Interesse während der Nutzung der Medienstation als Prädiktoren für die Veränderung des themenspezifischen Interesses untersucht. Dann wird das Interesse an Themen der Medienstation zum MZP 1/2 aufgenommen und schließlich geprüft, inwiefern sich die zwischenzeitliche Beschäftigung mit Themen der Station auf die Aufrechterhaltung bzw. Vertiefung von Interessen auswirkt. Der Einfluss der Variablen wird für die drei Gruppen Non Cued Visitors, Cued Visitors und Nicht-Nutzer separat betrachtet. Es wurden zwar keine signifikanten Unterschiede der Studiengruppen bezüglich der Höhe der Veränderungen ihres Interesses festgestellt, allerdings entsprachen die Unterschiede kleinen Effektgrößen. Zudem ist eine Unterscheidung methodisch sinnvoll, denn die dispositionalen Motivationsvariablen wur-

den zu anderen Zeitpunkten erhoben: bei den Cued Visitors vor der Nutzung, bei den Non Cued Visitors nach der Nutzung.

Für die *Non Cued Visitors* (NC-I; vgl. Tab. 83) sind die Erlebensqualitäten keine signifikanten Prädiktoren für die Veränderung des dispositionalen themenspezifischen Interesses. Auch die Catch-Komponente des situationalen Interesses weist keinen signifikanten Beta-Koeffizienten auf, während die Hold-Komponente in einem signifikanten negativen Zusammenhang steht. Je höher die Hold-Komponente ausgeprägt war, desto stärker geht das themenspezifische Interesse der Besucher zurück. Das themenspezifische Interesse zum MZP 1/2 ist wie die Hold-Komponente ein negativer Prädiktor für die Veränderungen. Ein kleiner Varianzanteil von 6% kann durch die zwischenzeitliche Beschäftigung erklärt werden. Die Veränderungen sind umso positiver, mit je mehr Themen die Besucher sich beschäftigten. In einem kompletten Modell (M5) führt die Interaktion der Variablen dazu, dass der subjektive Lernerfolg ein signifikanter positiver Prädiktor wird und das Beta-Gewicht der Variable „*Umfang der Beschäftigung*“ deutlich ansteigt. Wird der Umfang der nachfolgenden Beschäftigung mit Themen der Station und die Hold-Komponente kontrolliert, die mit dem subjektiven Lernerfolg in einem negativen Zusammenhang stehen, wirkt sich der Lernerfolg positiv auf die Interessenentwicklung aus. Die Hold-Komponente verliert hingegen an Gewicht und trägt nicht mehr signifikant zur Erklärung der Veränderungen bei. Ergänzende Analysen zeigen, dass die Hold-Komponente über die themenspezifischen Interessen hinausgehend nur wenig zur Varianzaufklärung beitragen kann (vgl. Anhang A44). Modelliert man zur Verbesserung der Modellgüte die drei signifikanten Prädiktoren erneut (M6), verliert der subjektive Lernerfolg an Gewicht, der Beta-Koeffizient ist nicht mehr signifikant. Durch das themenspezifische Interesse zum MZP 1/2 und die zwischenzeitliche Beschäftigung mit Themen der Medienstation werden 39% der Varianz der Veränderung des themenspezifischen Interesses erklärt. Während die Merkmalsausprägung im Museum in einem negativen Zusammenhang mit den Veränderungen steht, trägt die nachfolgende Beschäftigung zu einer positiven Entwicklung der themenspezifischen Interessen bei.

Tab. 83: Prädiktoren für die Veränderung des themenspezifischen Interesses (NC-I)<sup>50</sup>

N=51	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta	beta	beta
Autonomie	-.00				-.08	
Kompetenz	-.05				.12	
Subj. Lernerfolg	-.03				.28*	.11
Wohlfühlen	-.21				-.06	
Catch-Komponente		-.16			-.11	
Hold-Komponente		-.36*			-.26+	
Interesse TH			-.47***		-.48**	-.63***
Umfang der Beschäftigung TH				.28*	.51***	.49***
$R^2_k$	-.03	.16**	.20***	.06+	.42***	.39***

Analog wurde der Einfluss verschiedener Merkmale auf die Veränderung des Interesses für die rekrutierten *Cued Visitors* geprüft (vgl. Tab. 84). Das motivationsrelevante Erleben steht wie schon bei der Non Cued Gruppe in keinem signifikanten Zusammenhang mit den Veränderungen des themenspezifischen Interesses. Die situationalen Interessen sind keine signifikanten Prädiktoren, während bei den nicht rekrutierten Nutzern 17% der Veränderungen durch deren situationales Interesse erklärt werden konnten. Die Varianzaufklärung durch die Ausprägung des Interesses an Themen der Medienstation ist mit 10% der Varianz bedeutend niedriger als bei den Non Cued Visitors mit 21%. In beiden Gruppen steht die Ausprägung im Museum in einem negativen Zusammenhang zu den Veränderungen des themenspezifischen Interesses. Der Umfang der Beschäftigung erklärt bei den Cued Visitors einen etwas größeren Varianzanteil (11%). Auch im Gesamtmodell (M5) ist die Varianzaufklärung höher. Die Beta-Koeffizienten des Interesses an Themen der Medienstation und des Umfangs der Beschäftigung mit Themen der Medienstation steigen in diesem Modell deutlich an und sind die einzigen signifikanten Prädiktoren des Modells. Modelliert man diese beiden signifikanten Variablen erneut (M6), sinkt das Beta-Gewicht des themenspezifischen Interesses merklich, und die Varianzaufklärung liegt mit 41% leicht unter dem Wert des Modells 5.

<sup>50</sup> M1: TOL>=.78, VIF<=1.29, KI=17.44, M2: TOL>=.86, VIF<=1.17, KI=16.29; M5: TOL>=.46, VIF<=2.18, KI=29.85; M6: TOL>=.86, VIF<=1.17, KI=10.55

Tab. 84: Prädiktoren für die Veränderung des themenspezifischen Interesses (CU)<sup>51</sup>

N=39	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta	beta	beta
Autonomie	.13				.12	
Kompetenz	.21				.26	
Subj. Lernerfolg	-.17				-.04	
Wohlfühlen	-.14				-.07	
Catch-Komponente		-.33			-.16	
Hold-Komponente		.17			.23	
Interesse TH			-.35*		-.78***	-.66***
Umfang der Beschäftigung TH				.36*	.56***	.65***
R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	-.02	.02	.10*	.11*	.45***	.44***

Stepwise-Regressionsmodelle mit den oben getesteten Variablen bestätigen die Befunde, dass das Interesse an Themen der Medienstation und der Umfang der Beschäftigung mit Themen der Medienstation sowohl für die Cued als auch für die Non Cued Visitors die wichtigsten Effekte aufweisen. Diese beiden Merkmale erklären auch die Veränderung des Interesses der *Nicht-Nutzer* (vgl. Tab. 85).

Tab. 85: Stepwise-Modelle für die Veränderung des themenspezifischen Interesses (NC, CU, NN)<sup>52</sup>

	CU	NC	NN
N	39	51	83
Prädiktoren	beta	beta	beta
Interesse TH	-.66***	-.61***	-.64***
Beschäftigung TH	.65***	.47***	.43***
R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	.44***	.39***	.35***

#### 9.2.4. Selbstbezogene Kognition der Besucher zum MZP 3

Die Studienteilnehmer geben drei Monate nach ihrem Besuch im Mittel moderate Kenntnisse in Naturwissenschaften und eine durchschnittliche Begabung für Chemie an. In den *Themen der Station* schätzen die Teilnehmer ihre Kenntnisse als gering ein. Der Skalenmittelwert liegt deutlich niedriger als in den beiden anderen Skalen. Während sich 24% der Besucher als wenig oder sehr wenig *begabt für Chemie* halten und 23% der Teilnehmer ihre *Kenntnisse in Naturwissenschaften* als gering oder sehr gering einschätzen, sind es im Vergleich dazu 59% der Besucher bezogen auf die Themen der Station. Auch den beiden höchsten Kategorien entsprechen unterschiedlich viele Besucher: 51% der Befragten halten sich für begabt oder sehr begabt für Chemie, hingegen schätzen nur 28% (Chemie) bzw. 21% (Themen) ihre Kenntnisse als gut oder sehr gut ein.

<sup>51</sup> M1: TOL>=.72, VIF<=1.38, KI=20.33, M2: TOL>=.65, VIF<=1.54, KI=15.66; M5: TOL>=.49, VIF<=2.06, KI=30.41; M6: TOL>=.79, VIF<=1.27, KI=7.29

<sup>52</sup> CU: TOL>=.79, VIF<=1.27, KI=7.19; NC: TOL>=.9, VIF<=.1.11, KI=8.37; NN: TOL>=.82, VIF<=1.22, KI=6.45

Die drei Besuchergruppen (Cued Visitors, NC Nutzer und Nicht-Nutzer) weichen in ihren Angaben zum MZP 3 nicht signifikant voneinander ab. Im Post-Hoc-Test besteht ein tendenziell signifikanter Unterschied zwischen Non Cued Visitors und Nicht-Nutzern im Interesse an Themen der Station.

Tab. 86: Selbstbezogene Kognition der Studienteilnehmer (MZP 3)

	Gesamt	Cued	Nutzer	Nicht-Nutzer					
	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	F (df)	eta <sup>2</sup> p	CU - N	CU - NN	N - NN
Kenntnisse NW	2.95 (.82) 286	3.05 (.95) 38	2.99 (.84) 170	2.81 (.69) 78	1.59 n.s. (2;283)	.011	n.s.	n.s.	n.s.
Kenntnisse TH	2.28 (1.17) 285	2.47 (1.36) 38	2.35 (1.21) 170	2.03 (.94) 77	2.58 + (2;282)	.018	n.s.	n.s.	+
Selbstkonzept CH	3.39 (1.08) 287	3.60 (1.11) 38	3.43 (1.10) 170	3.21 (1.02) 79	1.96 n.s. (2;284)	.014	n.s.	n.s.	n.s.

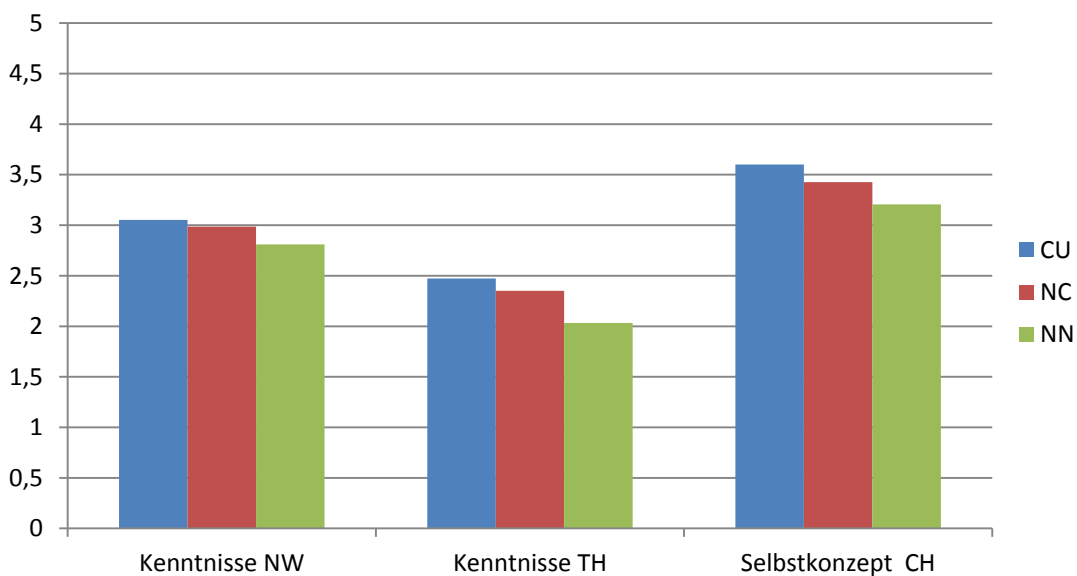


Abb. 39: Selbstbezogene Kognition (MZP 3)

### 9.2.5. Veränderung der selbstbezogenen Kognition

Die Einschätzung themenspezifischer Kenntnisse kann als ein Bestandteil der kognitiven Regulationsmechanismen verstanden werden. Diese kommen während des Museumsbesuchs, insbesondere bei der Auswahl von Angeboten zum Tragen, um möglichst dem eigenen Kompetenzniveau zu entsprechen. Die Selbstkonzepte zum Wissen und insbesondere der Begabung sind generelle und dauerhafte Überzeugungen und dementsprechend zeitlich relativ stabil (vgl. Kapitel 3.3.3).

#### Veränderungen der selbstbezogenen Kognition

Die Betrachtung der Veränderung zwischen den Messzeitpunkten deckt keine signifikanten Unterschiede in der Selbsteinschätzung der Kenntnisse in Naturwissenschaften und dem Selbstkonzept der Begabung in Chemie auf (vgl. Tab. 87). Hingegen bestehen signifikante Differenzen in der Skala *Kenntnisse in Themen der Station*. Die Studienteilnehmer

schätzen drei Monate nach dem Besuch ihre themenspezifischen Kenntnisse signifikant geringer ein, wobei es sich um einen sehr kleinen Effekt handelt. Betrachtet man diese sehr kleinen Veränderungen genauer, bestehen auf Personenebene deutliche Abweichungen (vgl. Tab. 87). Die Selbsteinschätzung der Kenntnisse in Themen der Station zeichnet sich durch die höchste Spannweite und den geringsten Anteil an Besuchern aus, die sich positiv verändern. Es handelt sich dennoch um annähernd ein Drittel der Besucher, die drei Monate nach dem Besuch ihre Kenntnisse höher einschätzen.

Tab. 87: Veränderung der selbstbezogenen Kognition (MZP 1/2 – MZP 3)

	N	MZP 1/2	MZP 3	t (df)	d	Höhe Veränd.			Veränderung (Anteil %)			
		M (SD)	M (SD)			M (SD)	Min	Max	neg.	keine	pos.	
Kenntnisse NW	269	2.97 (.76)	2.96 (.83)	.15 n.s. (268)	.01	-.01 (.59)	-	2.00	2.00	40.1	20.4	39.4
Kenntnisse TH	265	2.45 (1.16)	2.32 (1.19)	2.55* (264)	.11	-.13 (.85)	-	3.00	3.50	44.5	24.9	30.6
Selbstkonzept CH	287	3.39 (1.01)	3.39 (1.08)	-.05 n.s. (286)	.00	.00 (.74)	-	2.33	2.00	32.1	30.7	37.2

#### *Veränderung der selbstbezogenen Kognition bei Nutzern und Nicht-Nutzern*

Die oben beschriebene signifikante Veränderung der Einschätzung eigener Kenntnisse in Themen der Station trifft nicht auf alle Besuchergruppen gleichermaßen zu. Während sich die Cued Visitors mittelfristig sogar für begabter halten, bewerten nur die Non Cued Visitors ihre Kenntnisse signifikant niedriger (vgl. Tab. 88). Trotz der deskriptiven Unterschiede und signifikanten Veränderungen in den einzelnen Studiengruppen (s.a. Anhänge A46 bis A48) sind die varianzanalytische Untersuchung der drei Gruppen und die Post-Hoc-Tests nicht statistisch signifikant, wobei die relativ kleinen und unterschiedlich großen Gruppen zu berücksichtigen sind.

Tab. 88: Höhe der Veränderung der selbstbezogenen Kognition

	Gesamt		Cued		Nutzer		Nicht-Nutzer		F (df)	eta <sup>2</sup> p	CU - N	CU - NN	N - NN
	M (SD)	N	M (SD)	N	M (SD)	N	M (SD)	N					
Kenntnisse NW	-.01 (.59)	269	.18 (.65)	37	-.05 (.60)	160	.01 (.51)	72	2.33 n.s. (2;266)	.017	n.s.	n.s.	n.s.
Kenntnisse TH	-.13* (.85)	265	.11 (.95)	37	-.23** (.89)	157	-.06 (.67)	71	2.53 + (2;262)	.019	n.s.	n.s.	n.s.
Selbstkonzept CH	.00 (.74)	287	.23* (.65)	38	-.06 (.74)	170	.02 (.75)	79	2.52 + (2;284)	.017	n.s.	n.s.	n.s.



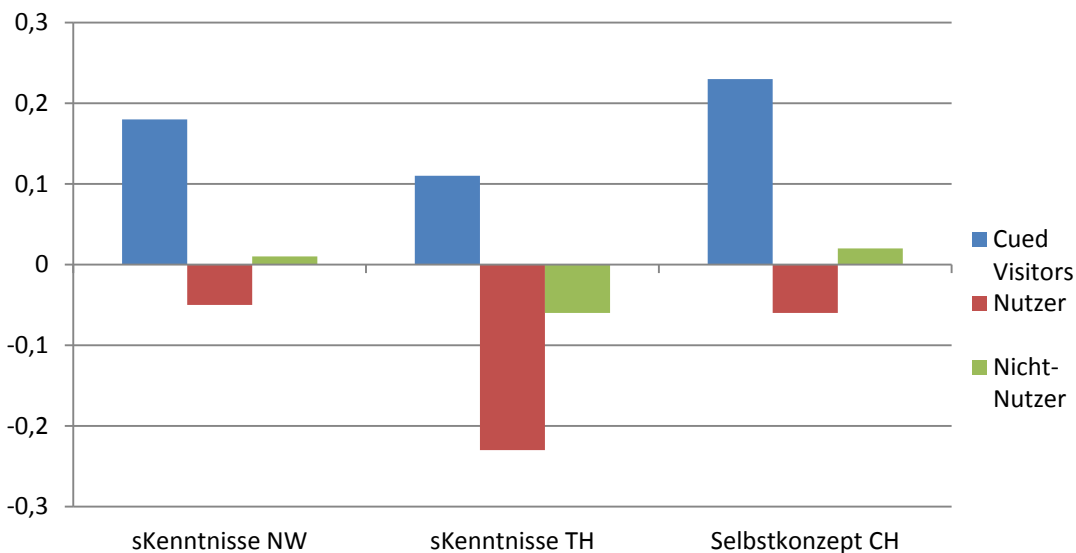


Abb. 40: Höhe der Veränderung der selbstbezogenen Kognition (MZP 1/2 – MZP 3)

### 9.2.6. Einflussfaktoren auf die Veränderung der selbsteingeschätzten themenspezifischen Kenntnisse

Die Entwicklung fachspezifischer Selbstkonzepte wird von verschiedenen (sozialen, dimensional, temporalen und kriterialen) Vergleichsinformationen und Rückmeldungen beeinflusst, und es ist von einer wechselseitigen Verstärkung von Selbstkonzept, Motivation und Leistung auszugehen (vgl. Kapitel 3.3.3).

Im vorherigen Kapitel wurde gezeigt, dass sich die Einschätzungen der themenspezifischen Kenntnisse im Museum und drei Monate nach dem Besuch signifikant unterscheiden. Die größten Effekte traten bei den Non Cued Visitors auf ( $d_{ges}=.11$ ;  $d_{NC}=.19$ ). Analog zu den Analysen der themenspezifischen Interessenveränderungen werden die Effekte der Erlebensqualitäten, des situationalen Interesses, der Ausprägung der Variable zum MZP 1/2 sowie der Umfang der nachfolgenden Beschäftigungen mit Themen der Medienstation regressionsanalytisch geprüft und getrennt nach Studiengruppen vorgestellt.

Für die *Non Cued Visitors* (vgl. Tab. 89) ergibt der Test der Erlebensqualitäten keine signifikanten Prädiktoren für die Veränderung der selbsteingeschätzten Kenntnisse in Themen der Medienstation. In Modell 2 mit den beiden Komponenten des situationalen Interesses ist die Catch-Komponente zwar ein tendenziell signifikanter Prädiktor, allerdings ist das Modell nicht signifikant. Die selbsteingeschätzten themenspezifischen Kenntnisse zum MZP 2 stehen in einem signifikanten negativen Zusammenhang mit den Veränderungen der Selbsteinschätzung (M3), d.h. je höher die Einschätzung im Museum war, desto negativer fallen die Veränderungen aus. In Modell 4 werden die nachfolgenden Beschäftigungen mit Themen der Medienstation modelliert. Das Modell ist nur tendenziell signifikant und weist auf einen positiven Zusammenhang zwischen Prädiktor-Variable und Kriterium hin. Mit einem gemeinsamen Modell aller Merkmale (M5) können 48% der Varianz aufgeklärt werden. Über den negativen Prädiktor der selbst eingeschätzten Kenntnisse und den Umfang der Beschäftigung als positiven Prädiktor hinausgehend stehen die Catch-Komponente wiederum in einem negativen und das Wohlfühlen in der Nutzungssituation in einem positiven Zusammenhang. Die Kollinearitätsindizes weisen auf eine aus-

geprägte Multikollinearität der Prädiktoren hin. Aus diesem Grund werden die signifikanten Prädiktoren in einem reduzierten Modell geprüft. Hier ist die Catch-Komponente ein signifikanter negativer Prädiktor, ebenso wie die selbst eingeschätzten Kenntnisse in Themen der Station, während der Umfang der Beschäftigung in einem positiven Zusammenhang mit den Veränderungen der Kriteriumsvariablen steht. Das korrigierte Bestimmtheitsmaß bleibt annähernd gleich.

Tab. 89: Prädiktoren für die Veränderung der subj. themenspezifischen Kenntnisse (NC-I)<sup>53</sup>

N=48	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta	beta	beta
Autonomie	-.08				-.24	
Kompetenz	-.13				.14	
Subj. Lernerfolg	.04				.21	
Wohlfühlen	.06				.27*	.16
SI Catch		-.30+			-.34*	-.32**
SI Hold		.09			.08	
Kenntnisse TH			-.42**		-.74***	-.64***
Umfang der Beschäftigung TH				.27+	.66***	.59***
R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	-.07	.04	.16**	.05+	.48***	.47***

In Tab. 90 werden die Regressionsmodelle für die Cued Visitors berichtet. Anders als in den vorherigen Modellen für die Non Cued Visitors wirkt sich das motivationsrelevante Erleben bei dieser Studiengruppe signifikant auf die Veränderungen der selbsteingeschätzten themenspezifischen Kenntnisse aus (M1). Das Kompetenzerleben steht in einem signifikanten positiven Zusammenhang mit den Veränderungen, während das Autonomieerleben ein tendenziell negativer Prädiktor dafür ist. Modell 2 mit dem situationalen Interesse ist nicht signifikant. In Modell 3 werden die selbsteingeschätzten Kenntnisse zum MZP 1 berücksichtigt. Anders als bei den Non Cued Visitors weist diese Variable keinen signifikanten Zusammenhang mit den Veränderungen auf. Auch die nachfolgenden Beschäftigungen eignen sich (zunächst) nicht zur Erklärung der Veränderungen (M4). Werden die Merkmale jedoch gemeinsam modelliert (M5), steigt die Erklärungskraft einzelner Prädiktoren an. Die Beta-Gewichte des Autonomieerlebens und der selbst eingeschätzten Kenntnisse zu MZP 1 steigen ebenso an wie das Gewicht der nachfolgenden Beschäftigung. Dieses Modell erklärt 50% der Varianz der Veränderung der selbsteingeschätzten themenspezifischen Kenntnisse, weist jedoch eine ausgeprägte Multikollinearität auf. Die Varianzaufklärung des Modells mit signifikanten Prädiktoren liegt bei 47% und weist eine günstigere Multikollinearitäts-Statistik mit mäßiger Ausprägung auf.

<sup>53</sup> M1: TOL>=.69, VIF<=1.44, KI=18.97; M2: .TOL>=.81, VIF<=1.23, KI=16.48; M5: TOL>=.49, VIF<=.2.04, KI=30.20; M6: TOL>=.8. VIF<=1.23, KI=30.20

Tab. 90: Prädiktoren für die Veränderung der subj. themenspezifischen Kenntnisse (CU)<sup>54</sup>

N=38	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta	beta	beta
Autonomie	-.26+				-.38*	-.24+
Kompetenz	.55***				.53***	.50***
Subj. Lernerfolg	.11				.10	
Wohlfühlen	-.22				-.24	
SI Catch		-.08			.13	
SI Hold		.06			.05	
Kenntnisse TH			-.23		-.53***	-.54***
Umfang der Beschäftigung TH				.24	.38*	.27+
R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	.31**	-.05	.03	.03	.50***	.47***

Bestätigt werden diese Befunde auch durch Stepwise-Regressionsmodelle: Für die Non Cued Visitors sind erneut die *Catch-Komponente des situationalen Interesses*, die *Selbsteingeschätzte Kenntnisse in Themen der Station* und der *Umfang der Beschäftigung mit Themen der Station* signifikante Prädiktoren für die Veränderungen.

Bei den Cued Visitors zeigt sich ein anderes Bild. In das Stepwise-Modell werden im Vergleich zum Modell mit signifikanten Prädiktoren nur zwei der vier Merkmale aufgenommen, nämlich das Kompetenzerleben als positiver Prädiktor und die selbsteingeschätzten Kenntnisse als negativer Prädiktor für die Veränderung.

Die für die Nicht-Nutzer der Medienstation berechneten Modelle mit zwei Prädiktorvariablen weisen jeweils nur einen signifikanten Prädiktor auf, die selbst eingeschätzten themenspezifischen Kenntnisse im Museum. Die nachfolgende Beschäftigung mit Themen der Medienstation stand hingegen in keinem signifikanten Zusammenhang.

Tab. 91: Stepwise-Modelle für die Veränderung der subj. themenspezifischen Kenntnisse<sup>55</sup>

	CU	NC-I	NN
N	38	48	75
Prädiktoren	beta	beta	beta
Kompetenz	.65***		
SI Catch		-.27*	
Kenntnisse TH	-.44**	-.63***	-.44***
Umfang der Beschäftigung TH		.56***	
R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	.42***	.45***	.18***

### 9.2.7. Zusammenfassung

Drei Monate nach dem Museumsbesuch ist in mehreren Interessensvariablen eine negative Entwicklung feststellbar und die Selbsteinschätzung der themenspezifischen Kenntnisse ist signifikant schwächer ausgeprägt. Bezüglich der Veränderungen des Interesses

<sup>54</sup>M1: TOL>=.73, VIF<=.1.37, KI=20.09, M2:TOL>=.65, VIF<=.154, KI=15.49, M5: TOL>=.50; VIF<=.2.02; KI=30.32; M6: TOL>= .58, VIF=1.73, KI=16.43

<sup>55</sup> CU: TOL=.91, VIF=1.1. KI=9.17; NC: TOL>=.82, VIF<=1.22, KI=17.96

bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen Cued, Non Cued Visitors und Nicht-Nutzer der Medienstation. Tendenziell signifikant sind die Unterschiede bei der Einschätzung eigener Kenntnisse in Themen der Medienstation und dem Selbstkonzept der Begabung. Die deskriptiven Befunde weisen auf Abweichungen insbesondere zwischen Cued und Non Cued Visitors hin, die jedoch aufgrund der geringen Stichproben- und Effektgröße nicht signifikant sind. Die größten Veränderungen bestehen jeweils in den Skalen, die sich auf die Themen der Medienstation beziehen.

Regressionsanalysen zeigen, dass die Ausprägung der dispositionalen Motivation zum MZP 1/2 für alle drei Gruppen einen negativen Einfluss auf die Veränderung der Motivation ausübt, wobei die Varianzaufklärung durch dieses Merkmal sich für die drei Gruppen unterscheidet. Der Umfang der nachfolgenden Beschäftigung mit Themen der Medienstation steht in einem positiven Zusammenhang und erklärt ebenfalls bei allen Besuchern einen Teil der Veränderungen.

Die Ausprägung der selbst eingeschätzten Kenntnisse im Museum ist ein signifikanter negativer Prädiktor für die Veränderung der Einschätzung in allen drei Gruppen. Die nachfolgende Beschäftigung mit Themen der Station war nur bei den beiden Nutzergruppen, nicht aber bei den Nicht-Nutzern ein signifikanter Prädiktor für die Veränderungen. Für Non Cued Visitors übte auch die Catch-Komponente des situationalen Interesses einen negativen Einfluss auf die Veränderungen aus. Bei den Cued Visitors bestand dieser Zusammenhang nicht, dafür trugen das Autonomie- und das Kompetenzerleben signifikant zur Varianzaufklärung bei. Das Autonomieerleben stand, wie schon die Catch-Komponente bei den Non Cued Visitors, in einem negativen Zusammenhang, während sich das Kompetenzerleben hingegen positiv auf die Veränderungen auswirkte.

### **9.3. Mittelfristige Veränderung der Kenntnisse**

Werden Wissenszuwächse direkt nach der Nutzung einer Lerngelegenheit gemessen, kann dies dazu führen, dass die tatsächlichen Effekte unter- oder überschätzt werden. Kurzfristige Behaltensleistungen können ohne zeitverzögerte Messungen fälschlicherweise als tatsächliche Lerneffekte interpretiert werden. Verarbeitungsprozesse und Organisieren neuer Wissensbestände benötigen andererseits auch Zeit, so dass manche Lernleistung erst mittelfristig sichtbar wird (vgl. Kapitel 3.1.2).

In den folgenden Kapiteln werden die Kenntnisse aller zum MZP 3 befragten Besucher vorgestellt (9.3.1) und die drei Nutzergruppen, d.h. die rekrutierten Cued Visitors, die interessen geleiteten Non Cued Visitors und die Nicht-Nutzer der Medienstation diesbezüglich miteinander verglichen. Diese Untersuchung gibt Hinweise auf zum MZP 3 bestehende Unterschiede zwischen den Gruppen. Für die Untersuchung der Wissensveränderungen zwischen MZP 2 und MZP 3 werden alle Studienteilnehmer herangezogen, die zum MZP 2 einen Fragenbogen mit Kenntnisfragen ausfüllten (Cued Visitors und Non Cued Visitors NC-I). Abschließend werden die Veränderungen der Kenntnisse der Cued Visitors zwischen den Messzeitpunkten 1 und 3 analysiert, um die mittelfristigen Wissensveränderungen zu überprüfen, die durch die Medienstation angeregt wurden. Vertiefende Analysen beziehen sich auf Effekte bei unterschiedlichen Vorwissensgruppen (9.3.3) und auf Einflussvariablen auf die Wissensveränderungen (9.3.4).

### 9.3.1. Kenntnisse der Studienteilnehmer zum MZP 3

Drei Monate nach dem Museumsbesuch haben die Studienteilnehmer im Mittel tendenziell angemessene Kenntnisse, wobei sie die meisten Kenntnisse in der Skala *Proteine und Antikörper* und das geringste Wissen in der Skala *Modellverständnis* besitzen (vgl. Tab. 92).

Werden die Subskalen *Atome und Moleküle* und *Proteine und Antikörper* im Detail betrachtet (vgl. Abb. 41), wird deutlich, dass nur bei der Skala *Atome und Moleküle* ein sehr kleiner Teil der Besucher tendenziell unangemessene Kenntnisse aufweist (<1%) und nur etwa jeder sechste Besucher unsicher antwortet. Der Anteil an Besuchern mit angemessenen Kenntnissen ist hingegen annähernd doppelt so groß. Etwa die Hälfte und damit den größten Anteil machen Besucher mit tendenziell angemessenen Kenntnissen aus. In der Skala *Modellverständnis*, dem abstraktesten Frageteil, sind mehr Besucher unsicher als in den anderen Subskalen und weniger Besucher weisen ein angemessenes Modellverständnis auf.

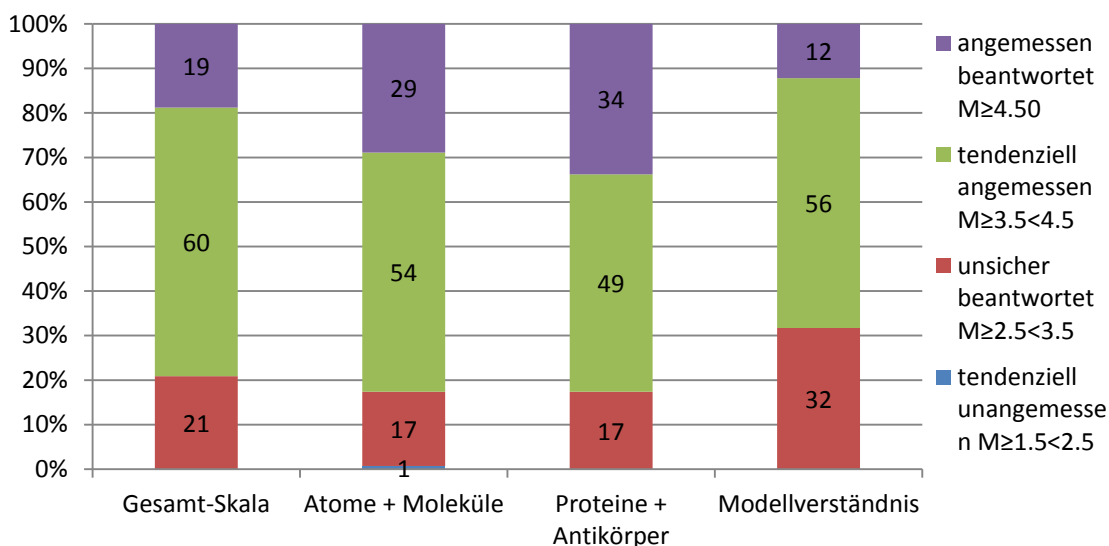


Abb. 41: Kenntnisse der Studienteilnehmer (MZP 3)

Ein Vergleich der drei Teilnehmer-Gruppen (vgl. Tab. 92) hinsichtlich ihres Kenntnisniveaus zum MZP 3 zeigt für Cued Visitors in allen Skalen leicht höhere Mittelwerte als für die anderen beiden Gruppen. Signifikant sind die Wissensunterschiede zwischen Cued und Non Cued Visitors nur im *Modellverständnis* und tendenziell signifikant in der Gesamtskala. In den anderen Skalen sind die Unterschiede zwischen den beiden Nutzer-Gruppen nicht signifikant. Zwischen Cued Visitors und Nicht-Nutzer bestehen in allen Skalen signifikante Unterschiede. Gleiches gilt für den Vergleich von Non Cued Visitors und Nicht-Nutzern der Medienstation, wobei der Mittelwertvergleich in der Subskala *Atome und Moleküle* nur eine tendenziell signifikante Abweichung zeigt.

Tab. 92: Kenntnisse der Studienteilnehmer (MZP 3)

	Gesamt	Cued	Non Cued	Nicht-Nutzer					
	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	F (df)	eta <sup>2</sup> p	CU - NC	CU - NN	NC - NN
Gesamt-Skala	4.00 (.51) 287	4.24 (.46) 38	4.04 (.49) 170	3.81 (.52) 79	10.67*** (2;284)	.070	+	***	**
Atome + Moleküle	4.11 (.63) 287	4.35 (.57) 38	4.14 (.61) 170	3.95 (.66) 79	5.57** (2;284)	.038	n.s.	**	+
Proteine + Antikörper	4.19 (.63) 287	4.32 (.60) 38	4.25 (.60) 170	3.99 (.65) 79	5.73** (2;284)	.039	n.s	*	*
Modellverständnis	3.82 (.56) 287	4.11 (.51) 38	3.85 (.56) 170	3.61(.54) 79	11.33*** (2;284)	.074	*	***	**

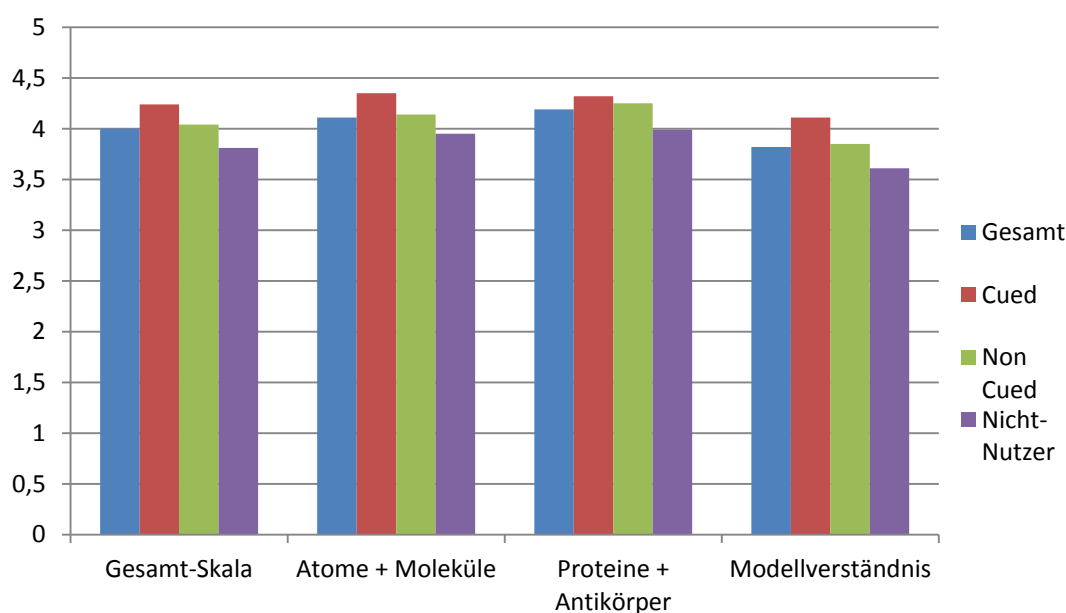


Abb. 42: Kenntnisse der Studienteilnehmer (MZP 3) nach Studiengruppe

### 9.3.2. Mittelfristige Veränderung der Kenntnisse der Cued und Non Cued Visitors

#### *Veränderungen der Kenntnisse der Cued und Non Cued Visitors (MZP 2 – MZP 3)*

Im Folgenden werden die Kenntnisse, die bei den Cued und Non Cued Visitors (NC-I) direkt im Anschluss an die Nutzung der Medienstation (MZP 2) erhoben wurden und der Kenntnisstand drei Monate nach dem Besuch gegenübergestellt (vgl. Tab. 93).

In allen abgefragten Wissensbereichen wird im Mittel ein geringeres Wissensniveau erreicht als direkt nach der Nutzung, wobei die Veränderungen kleinen oder sehr kleinen Effekten entsprechen. Die Mittelwertvergleiche zeigen, dass nur für die Skala *Proteine und Antikörper* ein signifikanter Unterschied besteht. Tendenziell signifikant sind die Veränderungen bei der Gesamt-Skala und der Subskala *Atome und Proteine*. Das Modellverständnis bleibt im Mittel über die drei Monate hinweg konstant.

Da die Veränderungen eine große Varianz aufweisen (vgl. Tab. 93), wurde untersucht, bei wie vielen Besuchern sich die Kenntnisse negativ bzw. positiv verändern. Rund 50% der Besucher verschlechtert sich innerhalb der drei Monate nach der Nutzung der Medi-

enstation. Ein deutlich kleinerer Teil der Studienteilnehmer (8%-28%) halten ihr Kenntnisniveau in den einzelnen Skalen, und rund ein Drittel der Studienteilnehmer (24%-37%) beantwortet den Fragebogen nach drei Monaten angemessener als direkt im Anschluss an die Nutzung der Medienstation.

Tab. 93: Veränderung der Kenntnisse der Cued und Non Cued Visitors (MZP 2 – MZP 3)

N=87	MZP 2	MZP 3	t (df)	d	Höhe Veränd.			Veränderung (Anteil %)		
	M (SD)	M (SD)			M (SD)	Min	Max	neg.	keine	pos.
Gesamt-Skala	4.25 (.47)	4.18 (.46)	1.97+ (86)	.13	-.06 (.30)	-.68	1.24	54.0	8.0	38.0
Atome + Moleküle	4.34 (.54)	4.25 (.55)	1.81+ (86)	.17	-.09 (.48)	- 1.14	1.29	49.4	19.5	31.1
Proteine + Antikörper	4.44 (.59)	4.32 (.62)	2.15* (86)	.20	-.12 (.51)	- 1.57	1.71	47.1	28.7	24.2
Modellverständnis	4.06 (.55)	4.06 (.50)	.09 n.s. (86)	.01	.00 (.38)	- 1.00	1.18	46.0	17.2	36.8

#### Höhe der Wissensveränderungen der beiden Gruppen

Um die unterschiedlichen Untersuchungsbedingungen von Cued und Non Cued Visitors (NC-I) zu berücksichtigen, werden die Wissensveränderungen jeder Gruppe separat untersucht und die Höhe der Wissensveränderungen miteinander verglichen (vgl. Anhänge A49 und A50).

Cued Visitors haben drei Monate nach dem Besuch signifikant geringere Kenntnisse in der Subskala *Proteine und Antikörper* und in der Gesamtskala, während keine signifikanten Veränderungen in den beiden anderen Skalen bestehen. Der Wissensstand der Non Cued Visitors ändert sich in keiner der Skalen signifikant (vgl. Tab. 94, vgl. Abb. 43).

Die relativ kleinen Studiengruppen unterscheiden sich nicht signifikant in der Höhe der Veränderungen, die Mittelwertunterschiede bei der Gesamtskala und der Subskala *Proteine und Antikörper* entsprechen jedoch einer niedrigen Effektstärke.

Tab. 94: Höhe der Wissensveränderung der Cued und Non Cued Visitors (MZP 2 – MZP 3)

	Gesamt	Cued	Non Cued	t (df)	d
	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N		
Gesamt-Skala	-.06 (.30) 87	-.10** (.25) 38	-.03 (.33) 49	-1.22 n.s. (85)	.26
Atome + Moleküle	-.09 (.48) 87	-.10 (.45) 38	-.06 (.45) 49	-.41 n.s. (85)	.09
Proteine + Antikörper	-.12 (.51) 87	-.22** (.41) 38	-.04 (.58) 49	-1.64 n.s. (85)	.36
Modellverständnis	.00 (.38) 87	-.04 (.35) 38	.00 (.41) 49	-.43 n.s. (85)	.09

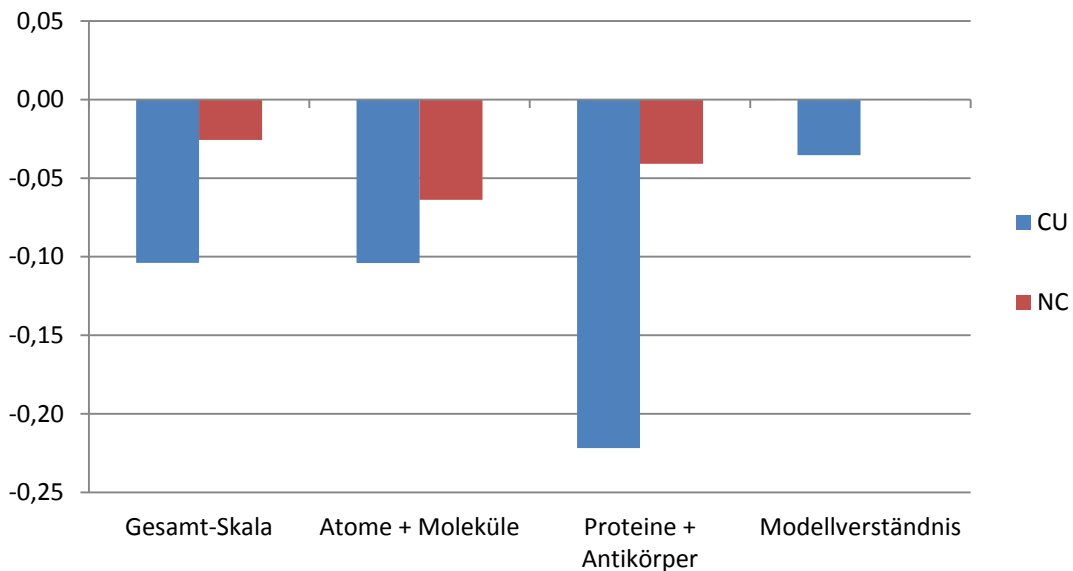


Abb. 43: Höhe der Wissensveränderungen der Cued und Non Cued Visitors (MZP 2 – MZP 3)

### *Veränderungen der Kenntnisse der Cued Visitors (MZP 1 – MZP 3)*

Zwischen den Messzeitpunkten 1 und 2 wurden bei den Cued Visitors Wissenszuwächse mittlerer Effektgröße festgestellt (vgl. Kapitel 8.2). Zwischen den Messzeitpunkten 2 und 3 zeigte sich für die Cued Visitors eine signifikante Wissensabnahme (vgl. Tab. 94). Der Vergleich der Kenntnisse über den gesamten Untersuchungszeitraum (MZP 1 – MZP 3) ermöglicht es, die tatsächlichen kognitiven Veränderungen nachvollziehen zu können.

Der Vergleich der Mittelwerte vor der Nutzung und drei Monate nach dem Besuch macht signifikante Unterschiede zwischen den beiden Messzeitpunkten deutlich. Die Kenntnisse sind drei Monate nach dem Besuch im Mittel höher als vor der Nutzung der Medienstation und weisen damit auf einen signifikanten Kenntnisszuwachs hin. Eine Ausnahme stellt die Subskala *Proteine und Antikörper* dar, hier ergab der Mittelwertsvergleich mittels abhängigem t-Test keinen signifikanten Unterschied. Die nonparametrische Prüfung der Veränderungen lieferte hingegen ein signifikantes Ergebnis ( $z=-2.06$ ;  $df=37$ ;  $p\leq.05$ ).

Der kleinste Wissenszuwachs liegt dann auch in der Skala *Proteine und Antikörper* vor. Die größte Effektstärke liegt in der Skala *Atome und Moleküle* vor, die Faktenwissen zu Methoden und zu Atom- und Molekülmodellen umfasst. Auch die Wissensveränderungen in der Gesamt-Skala und der Skala *Modellverständnis* entsprechen einem kleinen Effekt.



Tab. 95: Veränderung der Kenntnisse der Cued Visitors (MZP 1 – MZP 3)

N=38	MZP 1	MZP 3	t (df)	d	Diff. M (SD)	Min	Max	Veränderung (Anteil %)		
	M (SD)	M (SD)						neg.	kei- ne	pos.
Gesamt-Skala	4.07 (.43)	4.24 (.46)	-4.32*** (37)	.38	.17 (.25)	-.44	.78	23.7	0.0	76.3
Atome + Moleküle	4.11 (.58)	4.35 (.57)	-3.38** (37)	.41	.23 (.42)	-.57	1.33	23.7	10.5	65.8
Proteine + Antikörper	4.22 (.56)	4.32 (.60)	-1.59 n.s. (37)	.19	.11 (.44)	-1.29	1.17	28.9	18.4	52.7
Modellverständnis	3.94 (.50)	4.11 (.51)	-2.86** (37)	.33	.16 (.35)	-.55	.82	28.9	7.9	63.2

Da die Wissensveränderungen zwischen den Messzeitpunkten 1 und 3 eine große Varianz aufweisen (vgl. Tab. 95), wurde auch hier untersucht, wie groß die Anteile der Besucher mit negativer, positiver oder keiner Veränderung sind. Die Spannweite der Veränderungen ist, wie auch beim Vergleich der Messzeitpunkte 2 und 3, in der Skala *Proteine und Antikörper* am größten. Insgesamt beantworten 76% der Teilnehmer den Fragebogen zum MZP 3 angemessener als vor der Nutzung der Medienstation (vgl. Abb. 44). In den Subskalen lag dieser Wert zwischen 53% für die Skala *Proteine und Antikörper* und 66% für die Skala *Atome und Moleküle*. Weniger als ein Viertel der Besucher wies zum MZP 3 einen niedrigeren Mittelwert auf als vor der Nutzung.

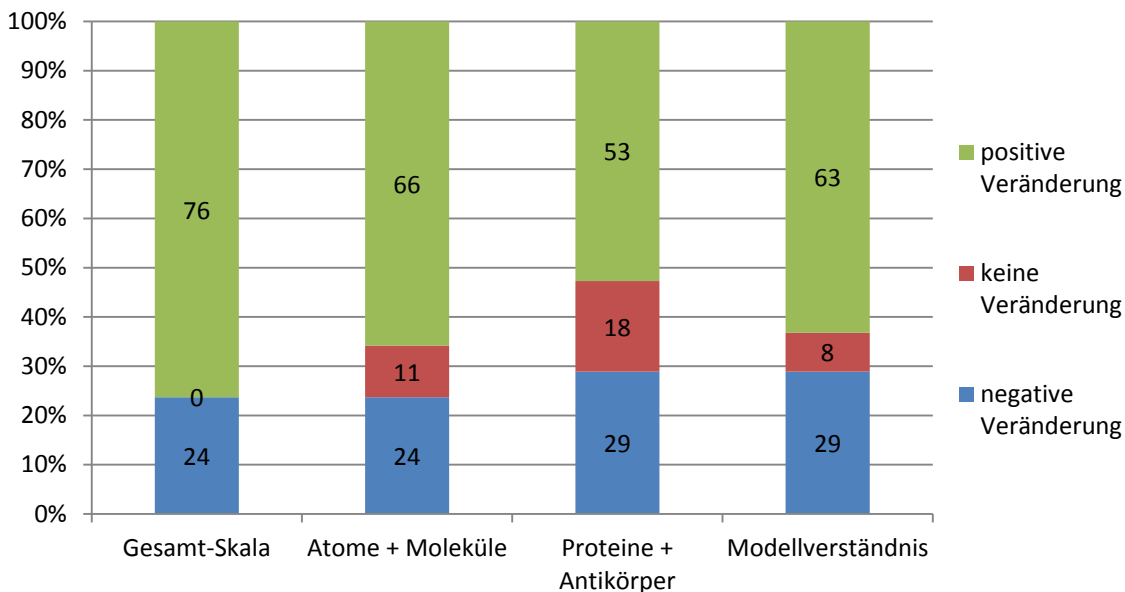


Abb. 44: Anteile positiver, keiner und negativer Wissensveränderungen bei Cued Visitors (MZP 1 – MZP 3)

### Veränderungen über die drei Messzeitpunkte

In der Zusammenschau (vgl. Abb. 45) ist festzustellen, dass die Messwerte drei Monate nach dem Besuch in jeder Skala über dem Messwert vor der Nutzung, aber unter der Messung im Anschluss an die Nutzung liegen.

Die oben vorgestellten Analysen zeigten, dass zwischen MZP 1 und MZP 2 signifikante positive Veränderungen in der Gesamtskala und in allen Subskalen bestehen (vgl. Tab. 56). In den drei Monaten nach dem Besuch (MZP 2 und 3) treten hingegen signifikante negative Veränderungen in der Gesamtskala und der Subskala *Proteine und Antikörper* auf (vgl. Tab. 94). Bezogen auf den Gesamtuntersuchungszeitraum bedeutet dies, dass die Cued Visitors in der Gesamtskala und den Subskalen *Atome und Moleküle* und *Modellverständnis* einen signifikanten Lerneffekt haben (vgl. Tab. 95). Für die Skala *Proteine und Antikörper* ist die Wissensabnahme zwischen MZP 2 und 3 recht hoch. Hier ist der nonparametrische Test, nicht aber der t-Test mit abhängigen Stichproben signifikant.

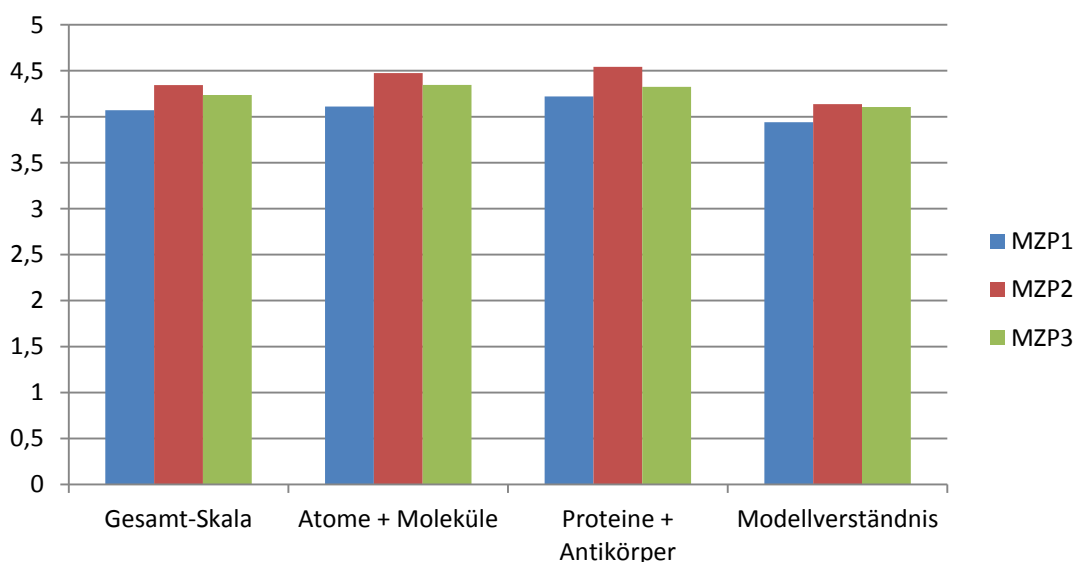


Abb. 45: Kenntnisse der Cued Visitors (MZP 1, MZP 2, MZP 3)

### 9.3.3. Veränderung der Kenntnisse in verschiedenen Vorwissensgruppen (CU)

Ein qualitativ hochwertiges Vorwissen in einer relevanten Domäne begünstigt den Lernprozess nicht nur durch die bessere Selektion und Verarbeitung neuer Informationen, es fördert den Lernerfolg auch durch eine verbesserte Integration und Speicherung sowie eine Erleichterung bei Transfer und Nutzung der neuen Wissensbestände (vgl. Kapitel 3.3.2). Analog zum Vorgehen bei den kurzfristigen Wissensveränderungen (vgl. Kapitel 8.2) werden die Veränderungen zwischen Messzeitpunkt 1 und 2 deshalb bei verschiedenen Vorwissensgruppen untersucht. Hierfür wurde die Stichprobe jeweils in drei, ungefähr gleich große Gruppen geteilt. Diese sind aufgrund des Drop-Outs bei der drei Monate später durchgeführten Nachbefragung sehr klein.

Betrachtet man die Veränderungen in der *Gesamtskala* unter dem Gesichtspunkt von Vorwissensunterschiede, zeigt sich, dass insbesondere Besucher mit mittlerem Vorwissen mittelfristig von der Nutzung der Medienstation profitierten. Diese Veränderungen ent-

sprechen einem großen Effekt. Veränderungen mit mittlerer Effektstärke treten in der Gruppe mit niedrigem Vorwissen auf. Die Wissensveränderungen von Besuchern mit großem Vorwissen sind hingegen nur tendenziell signifikant, gleichwohl es sich ebenfalls um eine mittlere Effektstärke handelt.

Tab. 96: Veränderungen bei unterschiedlichem Vorwissen: Gesamtskala

Gruppe	MZP 1	MZP 3	t (df)	d
	M (SD)	M (SD)		
Niedrig n=10	3.51 (.24)	3.71 (.31)	-3.76** (9)	.74
Mittel n=14	4.02 (.08)	4.21 (.32)	-2.34* (13)	.82
Hoch n=14	4.51 (.19)	4.63 (.25)	-2.08+ (13)	.54

In der Subskala *Atome und Moleküle* verbessern sich die Studienteilnehmer mit den geringsten Vorkenntnissen am deutlichsten (großer Effekt). Dies war bereits bei der kurzfristigen Messung der Fall. Die Veränderungen bei Besuchern mit mittlerem und großem Vorwissen entsprechen zwar ebenfalls einer (annähernd) mittleren Effektgröße, diese Veränderungen sind jedoch nicht oder nur tendenziell signifikant.

Tab. 97: Veränderungen bei unterschiedlichem Vorwissen: Skala Atome und Moleküle

Gruppe	MZP 1	MZP 3	t (df)	d
	M (SD)	M (SD)		
Niedrig n=12	3.40 (.23)	3.85 (.59)	-2.84* (11)	1.00
Mittel n=15	4.20 (.24)	4.37 (.36)	-1.77+ (14)	.55
Hoch n=11	4.77 (.16)	4.86 (.22)	-1.10 n.s. (10)	.47

Bei Besuchern mit niedrigem Vorwissen besteht in der Subskala *Proteine und Antikörper* ein signifikanter Wissenszuwachs mit großer Effektstärke. Studienteilnehmer, die vor der Nutzung der Medienstation bereits ein mittleres bis hohes Vorwissen in dieser Skala besaßen, profitieren mittelfristig nicht signifikant von der Nutzung. Der Mittelwert in dieser Skala liegt für die Gruppe mit hohem Vorwissen sehr nahe am Skalenmaximum. Die Lernwirkung bei der Gruppe mit niedrigem Vorwissen war auch kurzfristig die größte. Zu diesem Zeitpunkt war allerdings auf für die Gruppe mit mittlerem Vorwissen ein signifikanter Wissenszuwachs mit großer Effektstärke festzustellen.

Tab. 98: Veränderungen bei unterschiedlichem Vorwissen: Skala Proteine und Antikörper

Gruppe	MZP 1	MZP 3	t (df)	d
	M (SD) N	M (SD) N		
Niedrig n=13	3.58 (.23)	3.83 (.34)	-2.65* (12)	.86
Mittel n=11	4.22 (.18)	4.23 (.61)	-.07 n.s. (10)	.03
Hoch n=14	4.81 (.17)	4.86 (.26)	-.75 n.s. (13)	.23

Wie schon die Auswertungen zum kurzfristigen Wissenszuwachs zeigten, zeichnet sich beim *Modellverständnis* ein etwas anderes Bild ab als in den anderen beiden Subskalen, bei denen die Besucher mit dem niedrigsten Vorwissen am stärksten profitierten.

In der Skala *Modellverständnis* sind die mittelfristigen Wissensveränderungen trotz großer Effektgröße für die Besucher mit niedrigem Vorverständnis nur tendenziell signifikant. Ein signifikanter, großer Effekt ist bei der mittleren Vorwissensgruppe festzustellen. Anders als bei der kurzfristigen Messung (kleiner Effekt) können diejenigen Besucher, die bereits über ein tendenziell angemessenes Modellverständnis verfügten, mittelfristig nicht von der Nutzung der Medienstation profitieren.

Tab. 99: Veränderungen bei unterschiedlichem Vorwissen: Skala Modellverständnis

Gruppe	MZP 1		MZP 3		t (df)	d
	M (SD)	N	M (SD)	N		
Niedrig n=8	3.28 (.18)		3.53 (.37)		-2.23+ (7)	.86
Mittel n=15	3.78 (.10)		4.05 (.38)		-2.82* (14)	.96
Hoch n=15	4.45 (.31)		4.47 (.38)		-.21 n.s. (14)	.05

Insgesamt zeigen die Analysen der verschiedenen Vorwissensgruppen, dass Besucher mit niedrigem und mittlerem Vorwissen von der Nutzung der Medienstation mehr profitieren als Besucher mit hohem Vorwissen.

### 9.3.4. Einflussfaktoren auf die mittelfristigen Wissensveränderungen (CU)

Welchen Einfluss die motivationalen und kognitiven Besuchermerkmale sowie die Verarbeitung und Nutzungsdauer der Medienstation und die nachfolgenden Beschäftigungen (vgl. Kapitel 3.1.2) auf die mittelfristigen Wissensveränderungen der Studienteilnehmer haben, wird im Folgenden regressionsanalytisch untersucht. Wie bereits bei der Analyse der kurzfristigen Wissensunterschiede (Kapitel 8.2.3) wird das Vorwissen berücksichtigt, um den relativen Einfluss der einzelnen Variablen über das Vorwissen hinaus bewerten zu können.

#### *Vorwissen*

Das Vorwissen erwies sich bei den vorangegangenen Analysen der Teilgruppen als relevantes Merkmal. Es wurde deutlich, dass das Vorwissen der Nutzer nicht nur kurzfristig, sondern auch mittelfristig einen Einfluss auf die Entwicklung der Kenntnisse ausübt. Der negative Einfluss des Vorwissens bestätigte sich durch die Regressionsanalysen jedoch nur bedingt. Der F-Test des Modells mit dem Vorwissen (MZP 1) als Prädiktor war nicht signifikant ( $N=37$ ,  $R^2_k=-.01$ ,  $\beta=-.12$ ,  $p>.10$ ).

#### *Selbstbezogene Kognition*

Ein Effekt der Variablen der selbstbezogenen Kognition zum MZP 1 auf die mittelfristigen Wissensveränderungen wurde durch die Regressionsmodelle (vgl. Tab. 100) nicht festgestellt. Wurde das Vorwissen kontrolliert, war nur das Modell (M4) mit den selbsteingeschätzten Kenntnissen in Naturwissenschaften signifikant und diese Prädiktoren klärten gemeinsam 12% der Varianz auf. Allerdings steigen die Beta-Koeffizienten der beiden Prädiktoren stark an, und es besteht eine mäßige Multikollinearität. Aus diesem Grund

wird auf die Darstellung eines gemeinsamen Modells der Variablengruppe verzichtet (vgl. Anhang 0).

Tab. 100: Selbstbezogene Kognition als Prädiktor für die Wissensveränderungen<sup>56</sup>

N=37	M1	M2	M3	M4
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta
Kenntnisse NW	.19			.54*
Kenntnisse TH		.04		
Selbstkonzept CH			-.23	
Vorwissen				-.51*
$R^2_k$	.01	-.03	.03	.12*

### *Dispositionale Motivation*

Während in der Situation im Museum von einer Aktualisierung des Interesses in Form des motivationsrelevanten Erlebens und des situationalen Interesses ausgegangen wurde, wird der Einfluss der dispositionalen Motivation auf die mittelfristigen Wissensveränderungen geprüft, da in diesem Zeitraum die dispositionalen Merkmale relevant sein können.

Die vor der Nutzung erhobenen motivationalen Merkmale der Besucher trugen nicht signifikant zur Erklärung des Lerneffekts bei. Unter Kontrolle des Vorwissens waren die Variablen Freude und die Aktivität zwar tendenziell signifikante Prädiktoren, aber die F-Tests der Modelle waren nicht signifikant (vgl. Anhang A58). Einzig das Modell für den Wert der Naturwissenschaften unter Kontrolle des Vorwissens weist ein signifikantes Modell auf und erklärt 15% der Varianz der Wissensveränderungen. Die Multikollinearitätsindizes sind mäßig ausgeprägt, allerdings wird deutlich, dass der Wert der Naturwissenschaften mit dem Vorwissen interagiert. Unter Kontrolle dieser Variable steigt das Beta-Gewicht deutlich an. Auf eine gemeinsame Modellierung wird deshalb verzichtet. Wird ein Stepwise-Modell berechnet, um geeignete Prädiktoren zu identifizieren, wird keine der Variablen in die Gleichung aufgenommen.

Tab. 101: Dispositionale Motivation als Prädiktor für die Wissensveränderungen<sup>57</sup>

N=38	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta	beta	beta
Freude NW	.12					
Wert NW		.25				.56**
Aktivität NW			.11			
Interesse NW				-.12		
Interesse TH					.17	
Vorwissen						-.49*
$R^2_k$	-.01	.04	-.02	-.01	.01	.15*

<sup>56</sup> M5: TOL>.52, VIF<=1.94, KI=29.81

<sup>57</sup> M6: TOL>=.58, VIF=1.74, KI=27.33

### *Besuchsziele und Medienaffinität*

In zahlreichen Museumsstudien ist der Einfluss der Besuchsziele, der *visitor agendas* (vgl. Kapitel 3.2.2), auf den Verlauf und die Effekte eines Museumsbesuchs nachgewiesen werden. Die vier erfassten Besuchsziele tragen in dieser Studie nicht signifikant zur Varianzaufklärung der mittelfristigen Lerneffekte bei. Um den Einfluss der Affinität für Medienangebote und der medialen Vorerfahrung bewerten zu können, wurde auch die Variable *Medienaffinität* als Prädiktor für die mittelfristigen Wissensveränderungen getestet. Sie trägt tendenziell positiv zur Varianzaufklärung der mittelfristigen Wissensveränderungen bei, die bei 6% liegt. Unter Kontrolle des Vorwissens ist keine der getesteten Variablen signifikant.

Tab. 102: Besuchsziele und Medienaffinität als Prädiktoren für die Wissensveränderungen<sup>58</sup>

N=37	M1	M2	M3	M4
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta
Aktivität	.06			.06
Unterhaltung	-.10			-.13
Lernen	.10			-.01
Geselligkeit	.08			.01
Medienaffinität		.29+	.27	.28
Vorwissen			-.07	-.02
R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	-.10	.06+	.03	-.10

### *Motivationsrelevantes Erleben und situationales Interesse*

Das motivationsrelevante Erleben und das situationale Interesse werden aufgrund ihres engen Zusammenhangs gemeinsam modelliert, um zu prüfen, ob das motivationsrelevante Erleben über das situationale Interesse hinausgehend Einfluss auf die mittelfristigen Veränderungen der Kenntnisse ausübt.

In Modell 1 mit dem motivationsrelevanten Erleben ist der subjektive Lernerfolg ein tendenziell positiver Prädiktor, und das Wohlfühlen in der Nutzungssituation wirkt sich signifikant positiv auf die Wissensveränderungen aus. Autonomie- und Kompetenzerleben tragen nicht signifikant zur Varianzaufklärung bei. Das situationale Interesse das in Modell 2 modelliert wurde, kann ebenfalls nicht zur Varianzaufklärung beitragen. Der F-Test des Modells ist nicht signifikant. Betrachtet man beide Variablengruppen gemeinsam (M3, M4), ist zwar das Wohlfühlen in der Nutzungssituation ein signifikanter, positiver Prädiktor für die mittelfristigen Wissensveränderungen, der auch unter Kontrolle des Vorwissens seinen Effekt behält, jedoch sind beide Regressionsmodelle nicht signifikant. Zudem sind die Modelle durch eine hohe Multikollinearität gekennzeichnet, wobei die Regressionsmodelle den Zusammenhangsmustern der bivariaten Korrelationsanalysen entsprechen (s. Anhang A52). Neben dem Wohlfühlen in der Nutzungssituation, das einen Zusammenhang mittlerer Größe aufwies, ist kein anderer Prädiktor signifikant.

<sup>58</sup> M1: TOL>=.78, VIF<=1.29, KI=21.66; M4: TOL>=.68, VIF<=1.47, KI=41.12

Tab. 103: Motivationale Prozessvariablen als Prädiktoren für die Wissensveränderungen<sup>59</sup>

N=37	M1	M2	M3	M4
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta
Autonomie	-.22		-.30	-.31
Kompetenz	-.08		-.16	-.04
Subj. Lernerfolg	.33+		.31	.32
Wohlfühlen	.44*		.47*	.46*
SI Catch		.08	-.09	-.08
SI Hold		.07	.23	.22
Vorwissen				-.16
R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	.15+	-.04	.13	.11

### Kognitive Lernaktivitäten

Die kognitiven Lernaktivitäten wiesen in bivariaten Korrelationsanalysen nur relativ schwache Zusammenhänge mit zum mittelfristigen Lernerfolg auf (vgl. Anhang A52). Diese Zusammenhänge bestätigten sich in den Regressionsmodellen: Das Modell mit den organisierenden Lernaktivitäten ist tendenziell signifikant und erklärt 7% der Varianz. Dieses Variable behält unter Kontrolle des Vorwissens ihren Effekt, jedoch ist der F-Test nicht signifikant und die Multikollinearitätsindizes sind relativ hoch ausgeprägt. Deshalb wird auf eine Darstellung und Interpretation des gemeinsamen Modells (vgl. Anhang 0) verzichtet.

Tab. 104: Kognitive Lernaktivitäten als Prädiktoren für die Wissensveränderungen<sup>60</sup>

N=38	M1	M2	M3	M4
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta
LA Nachvollziehen	.06			
LA Vertiefen		-.25		
LA Organisieren			-.31+	-.33+
Vorwissen				.04
R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	-.02	.03	.07+	.05

### Nutzungsdauer

Als notwendiges Kriterium für das Eintreten eines Lernerfolgs wird die Nutzungsdauer der Medienstation als Prädiktor für die Wissensveränderungen modelliert. Durch die Nutzungsdauer können 23% der Varianz aufgeklärt werden. Auch unter Kontrolle des Vorwissens, das keinen Beitrag zur Varianzaufklärung leistet, bleibt die Dauer ein signifikanter Prädiktor. Gemeinsam (M2) erklären die beiden Merkmale 28% der Varianz der mittelfristigen Wissensveränderungen.

<sup>59</sup> M1: TOL>=.73, VIF<=1.37, KI=19.80; M2: TOL>=.66, VIF<=1.51, KI=15.65; M3: TOL>=.52, VIF<=1.99, KI=27.07; M4: TOL>=.42, VIF<=2.38, KI=48.02

<sup>60</sup> M4: TOL>=.78, VIF<=1.28, KI=24.48

Tab. 105: Nutzungsdauer als Prädiktor für die Wissensveränderungen<sup>61</sup>

N=38	M1	M2
Prädiktoren	beta	beta
Nutzungsdauer	.48**	.48**
Vorwissen		.02
$R^2_k$	.20**	.18***

### *Umfang nachfolgender Beschäftigung*

Jede Auseinandersetzung mit einem Thema kann dazu beitragen, dass Wissensbestände erweitert oder gefestigt werden, konträre Informationen können jedoch auch zum Gegenteil führen. Der Umfang und die Veränderung der Beschäftigung mit Themen der Medienstation wurden als Prädiktoren für die mittelfristigen Wissensveränderungen geprüft. Die nachfolgenden Beschäftigungen trugen nicht signifikant zur Varianzaufklärung der mittelfristigen Wissensveränderungen bei. Die tendenziell signifikante negative Korrelation für die Variable *Umfang der Beschäftigung mit Themen der Station* bestätigte sich im Regressionsmodell nicht. Auch für die Variable *Häufigere Beschäftigung mit Themen der Medienstation* war der F-Test des Modells nicht signifikant. Die Kontrolle des Vorwissens änderte nichts an diesem Befund (vgl. Anhang 0).

### *Erinnerungen*

Die Erinnerungen an das Museum und an die Chemieabteilung sind keine signifikanten Prädiktoren für die mittelfristigen Lerneffekte.<sup>62</sup> Die verschiedenen Erinnerungsebenen (vgl. Kapitel 9.1.1) sind mit Ausnahme der Erinnerungen an Erlebnisse während der Nutzung, die positiv mit dem Lernerfolg in Zusammenhang stehen, keine signifikanten Prädiktoren für den Lernerfolg. Ein Modell mit allen Prädiktoren ist nicht signifikant und weist relativ hohe Multikollinearitätsindizes auf.<sup>63</sup>

Tab. 106: Erinnerungen als Prädiktoren für die mittelfristigen Wissensveränderungen

N=38	M1	M2	M3	M4
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta
Medienstation	.11			
Inhalte		-.25		
Gestaltung			.12	
Erinnerungen Erlebnisse				.33*
Vorwissen				
$R^2_k$	-.02	.04	-.01	.09*

<sup>61</sup> M2: TOL>=.92, VIF<=1.09, KI=25.80

<sup>62</sup> Erinnerungen Museumsbesuch  $R^2_k=-.02$ ,  $\beta=.06$ ,  $p>.10$ ; Erinnerungen Chemieabteilung  $R^2_k=-.03$ ,  $\beta=.03$ ,  $p>.10$

<sup>63</sup> N=38,  $R^2_k=-.01$ ,  $\beta=.06$ ,  $p>.1$ . TOL>=.62, VIF<=1.61, KI=39.91



### Modellbildung mit relevanten Prädiktoren

Als relevante Variablen für die Modellbildung wurden signifikante und tendenziell signifikante Prädiktoren, auch solche, die nur unter Kontrolle des Vorwissens signifikant waren, berücksichtigt (vgl. Tab. 108). Ein gemeinsames Modell erlaubt es, die Bedeutsamkeit der Prädiktoren im Vergleich zu den anderen Prädiktoren aufgrund ihrer Beta-Gewichte zu beurteilen.

Tab. 107: Übersicht über relevante Prädiktoren für die mittelfristigen Wissensveränderungen

Variable	$R^2_k$	p	Richtung
Kenntnisse NW (Vorwissen kontrolliert)	.12	*	+
Wert NW (Vorwissen kontrolliert)	.15	*	+
Medienaffinität	.06	+	+
Motivationsrelevantes Erleben	.15	+	+
LA Organisieren	.07	+	-
Nutzungsdauer	.20	**	+
Erinnerungen Erlebnisse	.09	*	+

Im gemeinsamen Modell (Tab. 108) behalten nicht alle zuvor (tendenziell) signifikanten Prädiktoren ihre Erklärkraft. Während von den positiven Prädiktoren die selbsteingeschätzten Kenntnisse in Naturwissenschaften, die Medienaffinität und das Wohlfühlen in der Nutzungssituation (tendenziell) signifikante Prädiktoren bleiben, tragen der Wert der Naturwissenschaften, der subjektive Lernerfolg, die organisierenden Lernaktivitäten, die Erinnerungen an Erlebnisse und die Nutzungsdauer nicht mehr signifikant zur Varianzaufklärung bei. Trotz eines ziemlich hoch ausgeprägten Beta-Gewichts ist das Vorwissen kein signifikanter Prädiktor. Die Varianzaufklärung liegt in diesem Modell bei 39%, obwohl nur drei Prädiktoren (tendenziell) signifikant sind. Gemeinsam mit den Indizes sind dies Hinweise auf eine stark ausgeprägte Multikollinearität. Es ist deshalb davon auszugehen, dass die Beta-Gewichte mit Schätzfehlern behaftet sind.

Tab. 108: Regressionsmodelle mit signifikanten Prädiktoren und Vorwissen I <sup>64</sup>

N=36	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta	beta	beta	beta	beta	beta
Kenntnisse NW	.15	.03	.20	.25	.25	.43*	.31	.30	.46+
Wert NW		.20	.06	.02	.00	-.03	.05	.04	.17
Medienaffinität			.39*	.36+	.33	.33*	.31*	.31*	.28+
Subj. Lernerfolg				.16	.22+	.21	.10	.11	.10
Wohlfühlen					.36*	.39**	.32*	.30+	.35*
LA Organisieren						-.38*	-.33*	-.34*	-.27
Nutzungsdauer							.24	.20	.12
Erinnerungen Erlebnisse								.12	.06
Vorwissen									-.37
$R^2_k$	-.01	-.01	.11+	.10	.22*	.34**	.37**	.36**	.39**

Wird jeweils der Prädiktor mit dem geringsten Regressionsgewicht ausgeschlossen (vgl. Tab. 109), um die Modellgüte zu verbessern, steigt der korrigierte Regressionskoeffizient in Modell 10 auf 41% an und bleibt auch nach Ausschluss des subjektiven Lernerfolgs (M11), der Nutzungsdauer (M12) und dem Wert der Naturwissenschaften (M13) auf dieser Höhe. In Modell 13 sind alle Prädiktoren signifikant oder tendenziell signifikant. Die Beta-Gewichte der Prädiktoren schwanken deutlich durch den Ausschluss der einzelnen Prädiktoren, insbesondere bei den Variablen Nutzungsdauer und Wert der Naturwissenschaften. Die Multikollinearitäts-Indizes sind immer noch hoch ausgeprägt. Die höchsten Werte treten bei den selbsteingeschätzten Kenntnissen und dem Vorwissen auf.

Tab. 109: Regressionsmodelle mit signifikanten Prädiktoren und Vorwissen II <sup>65</sup>

N=36	M10	M11	M12	M13	M14
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta	beta
Kenntnisse NW	.47*	.43+	.53**	.62**	.43**
Wert NW	.19	.22	.22		
Medienaffinität	.27+	.28+	.30*	.36*	.38**
Subj. Lernerfolg	.10				
Wohlfühlen	.36*	.34*	.39**	.38**	.38**
LA Organisieren	-.26	-.25	-.27+	-.31*	-.41**
Nutzungsdauer	.14	.18			
Erinnerungen Erlebnisse					.26*
Vorwissen	-.39	-.40+	-.51*	-.40*	
$R^2_k$	.41**	.42**	.41***	.41***	.56***

<sup>64</sup> M2: TOL=.63, VIF=1.6, KI=13.16, M3: TOL>=.55, VIF<=1.82, KI=15.10; M4: TOL>=.52, VIF<=1.84, KI=16.83; M5: TOL>=.52, VIF<=.1.94, KI=21.68; M6: TOL>=.45, VIF<=2.21, KI=24.87; M7: TOL>=.39, VIF<=2.56, KI=27.27; M8: TOL>=.39, VIF<=2.57, KI=28.72; M9: TOL>=.29, VIF<=3.51, KI=67.59

<sup>65</sup> M10: TOL>=.31, VIF<=3.23, KI=64.59; M11: TOL>=.31, VIF>=3.22, KI=60.87; M12: TOL>=.38, VIF<=2.65, KI=50.03; M13: TOL>=.47, VIF<=2.13, KI=43.22; M14: TOL>=.81, VIF<=1.23, KI=19.26

In Hinblick auf die relativ kleine Stichprobe, die große Variablenzahl sowie die bestehenden Interkorrelationen und Multikollinearität wurde ein Stepwise-Modell berechnet (vgl. Tab. 109 M14). In dieses wurden die Erinnerungen an Erlebnisse, das Wohlfühlen in der Nutzungssituation, die Medienaffinität, die selbsteingeschätzten Kenntnisse in Naturwissenschaften und als negativer Prädiktor die organisierenden Lernaktivitäten aufgenommen. Die Varianzaufklärung lag bei diesem Modell bei 56%, bei einer deutlich niedrigeren Belastung durch Multikollinearität. Die Prädiktoren entsprechen einer Auswahl aus den in Einzelregressionen identifizierten relevanten Merkmalen zur Varianzaufklärung der mittelfristigen Lerneffekte.

### **9.3.5. Zusammenfassung**

Während das Kenntnisniveau der Non Cued Visitors über die drei Monate weitgehend konstant bleibt, beantworten die Cued Visitors die Skalen zum MZP 3 weniger angemessen. Signifikante, negative Veränderungen sind für die Gesamtskala und insbesondere für die Subskala *Proteine und Antikörper* festzustellen, die sich auf das Schlüssel-Schloss-Prinzip bezieht, eines der Hauptthemen der Medienstation und Grundlage für das Verständnis der Funktionsweise von Antikörpern. Folge dieser Wissensverluste ist, dass die rekrutierten Nutzer der Medienstation sich mittelfristig nicht signifikant in dieser Skala verbessern. Die größten Veränderungen wurden für die Skala *Atome und Moleküle* festgestellt, die sowohl Grundlagenkenntnisse im Bereich Atome und Moleküle sowie Fragen zur Erforschung und Darstellung von Molekülen umfasst, die in der Medienstation thematisiert wurden. Es handelt sich um einen kleinen Effekt. Die Skala *Modellverständnis* hat den geringsten Bezug zur Medienstation, da diese Themen nur implizit angesprochen wurden. Der Mittelwertsunterschied zwischen MZP 1 und 3 entspricht auch für diese Skala einem kleinen Effekt.

Unterteilt man die Besucher je Skala in drei ungefähr gleich große Wissensgruppen, zeigen sich unterschiedlich starke Veränderungen. In allen getesteten Skalen verbessern sich Besucher mit niedrigem und mittlerem Vorwissen deutlicher als Besucher mit hohem Vorwissen. Die Veränderungen entsprechen in diesen Gruppen mittleren bis großen Effekten.

Um die Bedeutung der einzelnen Variablen für die Erklärung der Leistungsvarianz zu schätzen, wurden verschiedene Regressionsanalysen durchgeführt. Als signifikante Prädiktoren stellten sich in den Einzelregressionen die Variablen Selbsteinschätzung der Kenntnisse in Naturwissenschaften, der Wert der Naturwissenschaften, die Medienaffinität, der subjektive Lernerfolg und das Wohlfühlen in der Nutzungssituation, die organisierenden Lernaktivitäten, die Nutzungsdauer und die Erinnerungen an Erlebnisse während der Nutzung heraus. In einem gemeinsamen Modell relevanter Prädiktoren konnten 39% der Varianz erklärt werden, jedoch war dieses Modell von einer hohen Multikollinearität geprägt, weshalb zur Erhöhung der Modellgüte die Prädiktoren mit dem geringsten Beta-Gewicht sukzessive ausgeschlossen und zusätzlich ein Stepwise-Modell erstellt wurde. Diese Modelle unterstreichen die Relevanz der selbsteingeschätzten Kenntnisse in Naturwissenschaften, der Medienaffinität, des Wohlfühlens in der Nutzungssituation, den negativen Effekt der organisierenden Lernaktivitäten und die positive Wirkung der Erinnerungen an Erlebnisse.

## Diskussion und Einordnung

Während in den Kapiteln 7 bis 9 die Darstellung der Untersuchungsergebnisse im Vordergrund stand, werden diese Ergebnisse nun in Hinblick auf die in Kapitel 5.2 aufgestellten Hypothesen geprüft und diskutiert sowie eine generelle Einordnung der Arbeit in die Forschungslandschaft vorgenommen. Im letzten Abschnitt (Kapitel 10.4) wird ein Ausblick für zukünftige, aussichtsreiche Untersuchungsansätze gegeben.

### 10.1. Einfluss von motivationalen Merkmalen der Besucher auf die Nutzung der Medienstation

*Durch welche Besucher- und Besuchscharakteristiken unterscheiden sich Nutzer und Nicht-Nutzer der Medienstation, und inwiefern beeinflussen motivationale Merkmale die Nutzungsentscheidung?*

Im Rahmen dieser Fragestellung wurde untersucht, durch welche Besucher- und Besuchsmerkmale sich die Nutzer der Medienstation im Vergleich zu Nicht-Nutzern auszeichnen. Da Lernende ihre Aufmerksamkeit nicht nur auf auffällige Gegenstände lenken, sondern auch auf solche, die ihnen persönlich als bedeutungsvoll erscheinen oder ihren Erwartungen entsprechen (Bitgood, 2006a, 2006b; Csikszentmihalyi & Hermanson, 1995; Falk & Dierking, 1992), soll durch den Vergleich von Nutzern und Nicht-Nutzern ein Einblick in die Relevanz motivationaler Einflussfaktoren auf die Nutzung der Medienstation gewonnen werden.

#### 10.1.1. Unterschiede in soziodemographischen und besuchsbezogenen Merkmalen

Der Vergleich von Nutzern und Nicht-Nutzern bestätigt den von Falk & Dierking (1992, 2000) festgestellten Einfluss der Personenmerkmale auf den Museumsbesuch. Diese Vergleiche und gefundenen Unterschiede zwischen den Gruppen werden im Folgenden vorgestellt:

Bezogen auf die *soziodemographischen Merkmale* zeichnete sich für die Nutzer der Medienstation folgendes Bild ab: Sie waren signifikant jünger als die Nicht-Nutzer der Medienstation. Mehr Frauen, mehr Personen mit niedrigem und mehr mit hohem Bildungsgrad als statistisch zu erwarten war, nutzten die Medienstation. Neben diesen soziodemographischen Merkmalen wurden die Gruppen hinsichtlich ihrer *besuchsbezogenen Charakteristiken* verglichen. Konform mit den von Falk & Dierking (1992) beschriebenen unterschiedlichen Verhaltensmustern in verschiedenen *Besuchsphasen* unterschieden sich die beiden Gruppen in diesem Merkmal: Nutzer befanden sich signifikant häufiger in einer frühen Phase des Besuchs, in der die Aufnahmekapazität und Selektionsbereitschaft höher ist. Seltener wurde die Medienstation in einer späten Phase des Besuchs genutzt, in der häufig bereits die sogenannte „Museumsmüdigkeit“ eintritt. Inwiefern diese Befunde auch vom Standort am Ausgang oder der fehlenden Sitzgelegenheit beeinflusst werden, kann nicht geklärt werden, ist für zukünftige Studien jedoch interessant. Die *Besuchsbegleitung* erwies sich ebenfalls als Einflussfaktor: Besucher in Begleitung von zwei oder

mehr Personen nutzten häufiger als zu erwarten die Medienstation, während Einzelnutzer signifikant seltener Nutzer waren. Inwiefern mediale Angebote generell für Besuchergruppen attraktiv sind, können nur vergleichende Studien klären, die die Wahl verschiedener Angebotsformate durch Einzelbesucher, Paare, Familien oder Gruppen untersuchen. Die Annahmen zum Einfluss von Vorerfahrungen auf den Besuchsverlauf, wie sie auch im *Contextual Model of Learning* (Falk & Dierking, 1992, 2000) formuliert werden, konnten hier nicht bestätigt werden: Nutzer und Nicht-Nutzer der Medienstation unterschieden sich nicht in ihrer allgemeinen Museumsaffinität sowie in der Vertrautheit mit dem Deutschen Museum. Auch in der geplanten Aufenthaltsdauer im Museum bestanden keine signifikanten Unterschiede.

Die Analysen zeigten, dass sich Nutzer und Nicht-Nutzer hypothesenkonform in einigen Besuchs- und Besuchermerkmalen signifikant unterscheiden. Deutlich wurde auch, dass zwischen den Besucher- und Besuchsmerkmalen Interdependenzen bestehen, insbesondere zwischen Alter und Bildung, aber auch zwischen Alter und Begleitsituation. Weitere Analysen und vergleichende Studien unterschiedlicher Museumsangebote sind notwendig, um die Wirkzusammenhänge zu untersuchen. Für die detaillierter betrachteten motivationalen und kognitiven Merkmale der Besucher wurden logistische Regressionsanalysen berechnet, um den Einfluss der einzelnen Variablen auf die Nutzungswahrscheinlichkeit in der Zusammenschau zu betrachten und den Beitrag einzelner Merkmale angemessen zu bewerten. Zukünftig sollten diese Auswertungsmethoden, die größere Stichprobenzahlen notwendig machen, auch auf die soziodemographischen Merkmale angewendet werden.

### **10.1.2. Unterschiede in motivationalen und motivationsregulierenden Merkmalen**

Der Schwerpunkt dieser Fragestellung lag auf der Analyse der Relevanz motivationaler Variablen für die Nutzungsentscheidung. Aus motivationstheoretischer Sicht (vgl. Kapitel 3.2) sind die dispositionale Motivation und die selbstbezogene Kognition der Besucher als motivationsregulierende Merkmale von besonderer Wichtigkeit für die Auswahl von Ausstellungsangeboten. Aus der Museumsforschung ist bekannt, dass Besucher mit Erwartungen und Zielen ins Museum kommen und Ausstellungsangebote auswählen, um diese Bedürfnisse zu befriedigen (Falk & Dierking, 2000; Leinhardt et al., 2002). Bewusst und unbewusst setzen Besucher Strategien ein, um in Anbetracht ihrer begrenzten Zeit und Aufmerksamkeit aus der Fülle der Angebote zu wählen. Dabei wird angenommen, dass die Passung zwischen angebotenen Themen, den Interessen der Besucher sowie ihren (subjektiven) Kompetenzen eine wichtige Rolle spielt (Bitgood, 2006b; Corredor, 2006; Rounds, 2004).

#### *Besuchsziele*

Werden Nutzer und Nicht-Nutzer hinsichtlich ihrer Besuchsziele verglichen, zeigt sich, dass Nutzer der Medienstation die Ziele *Aktiv sein und etwas erleben* und *Zeit mit Familie/Freunden verbringen* wichtiger erachteten als Nicht-Nutzer (vgl. Kapitel 7.1.3 und 10.1.2). Die höhere Relevanz des Ziels *Aktiv sein* entspricht der Annahme, dass Besucher mit medialen Angeboten ein größeres Aktivitätspotential verbinden (Dierking & Falk, 1998b; Falk et al., 2004; Lord, 2007). Die Wichtigkeit des Besuchsziels *Zeit mit Fami-*

*lie/Freunden verbringen* bei den Nutzern überrascht hingegen. Auf Grund des Single-User-Designs der Medienstation und Befunden aus der Museumsforschung (z.B. Dierking & Falk, 1998b) war anzunehmen, dass Besucher in Begleitung, insbesondere solche mit mehreren Begleitern, seltener die Medienstation nutzen. Eine mögliche Erklärung dieses unerwarteten Unterschieds ist der höhere Anteil an Einzelbesuchern in der Gruppe der Nicht-Nutzer. Da Einzelbesucher das Besuchsziel Zeit mit Familie oder Freunden zu verbringen signifikant geringer bewerteten, kann der festgestellte Unterschied zwischen den Gruppen zumindest teilweise hierüber erklärt werden kann.

### *Medienaffinität*

Hypothesenkonform gaben die Nutzer der Medienstation eine signifikant höhere Affinität für Medien im Museum an. Zwar waren Besucher von 14-18 Jahren in der Nutzergruppe überrepräsentiert, gleichwohl ließ sich die Annahme, dass Jugendliche eine höhere Medienaffinität aufweisen (Dierking & Falk, 1998b; Economou, 1998; Pietraß et al., 2005) durch die Angaben der Besucher nicht bestätigen. Die Altersgruppen unterschieden sich nicht signifikant in der berichteten Medienaffinität im Museumskontext. Zwischen Frauen und Männern bestanden hingegen Unterschiede: Die größere Nutzungswahrscheinlichkeit der Medienstation durch Frauen erklärt sich zumindest teilweise durch deren größere Medienaffinität.

Diese Befunde sowie die Ergebnisse zu den Besuchszielen weisen darauf hin, dass auch hier Mediator- und Moderator-Effekte vorliegen, die in zukünftigen Studien spezifischer untersucht werden sollten.

### *Dispositionale Motivation und selbstbezogene Kognition*

Der Vergleich von Nutzern und Nicht-Nutzern der Medienstation bestätigte die motivationstheoretisch begründete Annahme, dass Nutzer im Vergleich zu Nicht-Nutzern eine signifikant höhere dispositionale Motivation aufweisen. Betrachtet man die einzelnen Variablen, bestanden bei allen signifikante Unterschiede, die größten beim Interesse an Themen der Station und in der Häufigkeit naturwissenschaftsbezogener Aktivitäten. Geringer war der Unterschied bei der Freude und dem Interesse an Naturwissenschaften ausgeprägt. Nutzer bewerteten auch den persönlichen Wert der Naturwissenschaften signifikant höher als Nicht-Nutzer, wobei dieser Effekt am geringsten ausgeprägt war.

Selbstkonzepte beziehen sich auf (wahrgenommene) individuelle Stärken und Schwächen. Diese Einschätzungen tragen dazu bei, Herausforderungen zu suchen, die zum eigenen Fähigkeitsprofil passen (vgl. Kapitel 3.3.3). Insbesondere in informellen Lernkontexten mit großer Wahlfreiheit ist anzunehmen, dass das Selbstkonzept der Begabung einen Einfluss auf die Auswahl und Nutzung von Lernmöglichkeiten ausübt. Nutzer und Nicht-Nutzer machten diesen Annahmen entsprechend signifikant verschiedene Angaben zu ihrer selbstbezogenen Kognition. Nutzer schätzten ihre Kenntnisse im Bereich Naturwissenschaften und in den Themen der Station höher ein und hatten ein positiveres Selbstkonzept der Begabung in Chemie.

Auf Grund der Erhebung dieser Merkmale nach der Nutzung der Medienstation ist jedoch nicht eindeutig zu klären, ob die Angaben der Nutzer der Medienstation von der Nutzung unbeeinflusst sind. Der Befund, dass sich Nutzer und Nicht-Nutzer in der Skala *Interesse*

an Themen der Station am deutlichsten unterscheiden, könnte einerseits ein Hinweis für den Einfluss dieses Merkmals auf die Nutzungsentscheidung sein. Andererseits wäre auch die Lesart möglich, dass es sich um einen durch die Nutzung hervorgerufenen Effekt handelt. Um diese Frage zu klären, wurden die Interessen drei Monate nach dem Besuch herangezogen (vgl. Kapitel 9.2.1). Bei der Analyse dieser Teilstichprobe zeigte sich, dass sich Nutzer und Nicht-Nutzer auch mittelfristig signifikant in ihren Interessen unterscheiden, während hinsichtlich der Entwicklung ihrer Interessen keine signifikanten Unterschiede bestanden. Diese Befunde deuten darauf hin, dass es sich um einen bestehenden Unterschied zwischen diesen Gruppen handelte und das Interesse die Nutzungsentscheidung beeinflusst hat.

### *Einflussfaktoren für die Nutzungsentscheidung*

Die motivationalen und motivationsregulierenden Merkmale wurden regressionsanalytisch auf ihren Einfluss auf die Nutzungswahrscheinlichkeit der Medienstation untersucht. Die beiden Besuchsziele (*Lernen* und *Unterhaltung*), in denen keine signifikanten Unterschiede festgestellt wurden, gingen nicht in die logistischen Regressionsmodelle ein.

Die Regressionsanalyse bestätigte den positiven Zusammenhang zwischen der Nutzungsentscheidung und den Besucher- und Besuchsmerkmalen (*Geselligkeit, Medienaffinität, Naturwissenschaftsbezogene Aktivitäten, Interesse an Themen der Medienstation, Selbstkonzept der Begabung für Chemie*). Je höher ausgeprägt diese Merkmale waren, desto höher war die Nutzungswahrscheinlichkeit. Dabei konnte keine Variable als herausragender Prädiktor identifiziert werden, und es wurde insgesamt nur ein relativ geringer Anteil der Varianz der Nutzungsentscheidung erklärt.

Die Annahme einer herausragenden Stellung der motivationalen Merkmale der Besucher zur Vorhersage der Nutzungsentscheidung wurde in Hinblick auf die Höhe der Varianzaufklärung nicht bestätigt. Bei genauerer Betrachtung zeigte sich jedoch, dass der größte Teil der Nutzer richtig klassifiziert wurden, d.h. dass die berücksichtigten motivationalen Variablen die Nutzung gut prognostizierten. Hingegen gelang die richtige Klassifizierung nur bei etwas mehr als einem Viertel der Nicht-Nutzer. Dies bedeutet, dass für die Erklärung der Nicht-Nutzung über diese motivationalen und motivationsregulierenden Variablen hinausgehend weitere Faktoren relevant sind, die in diesem Modell nicht berücksichtigt wurden. Beispielsweise ist anzunehmen, dass sich prinzipiell an der Thematik interessierte Besucher aus pragmatischen Gründen (z.B. Besucherdichte, Hunger) oder sozialen Motiven (z.B. die Begleitung ist nicht interessiert) dazu entschließen, ein Angebot nicht zu nutzen.

### **10.1.3. Zusammenfassung der Ergebnisse zur Nutzungsentscheidung**

Die erwarteten Unterschiede zwischen Nutzern und Nicht-Nutzern wurden weitgehend bestätigt. Nutzer der Medienstation zeichneten sich insbesondere durch ein signifikant größeres Interesse für Naturwissenschaften und eine positivere selbstbezogene Kognition aus. Die Differenzen wiesen jeweils eine kleine bis mittlere Effektstärke auf. Die Hypothese, dass das gegenstandsspezifische Interesse einen herausragenden Prädiktor zur Erklärung der Nutzungsentscheidung darstellt, bestätigte sich hingegen nicht. Durch die motivationalen und motivationsregulierenden Variablen konnte nur ein kleiner Teil der Varianz der Entscheidung aufgeklärt werden. Insbesondere zur Vorhersage der Nicht-Nutzung

bedarf es der Identifikation und Erhebung weiterer Variablen. In diesem Sinn bestätigen die Befunde, die von Falk & Dierking (1992, 2000) postulierte Komplexität der Einflussfaktoren auf den Besuch und das Lernen im Museum. Falk & Storksdieck (2005a) weisen zudem darauf hin, dass der Einfluss zufälliger Ereignisse auf den Museumsbesuch nicht unterschätzt werden sollte. Auch die Besuchsgruppe stellt eine wichtige Einflussgröße dar, die in zukünftigen Studien Berücksichtigung finden sollte.

## **10.2. Motivationale Wirkungen bei Nutzern der Medienstation**

Dieser Fragenkomplex stellte die motivationalen Wirkungen der Nutzung der Medienstation in den Mittelpunkt. Neben einer kurzfristigen Wirkung im Sinne eines positiven motivationsrelevanten Erlebens und eines situationalen Interesses bei den Nutzern der Medienstation, wurden mittelfristige Veränderungen in der Motivation und selbstbezogenen Kognition untersucht.

### **10.2.1. Motivationsrelevantes Erleben und situationales Interesse der Nutzer**

*Wie erleben die Besucher die Nutzung der Medienstation? Inwiefern und unter welchen Voraussetzungen entwickelt sich bei ihnen ein situationales Interesse?*

Diese Fragestellung bezog sich primär auf die aktuelle Motivation der Non Cued Nutzer, d.h. diejenigen Besucher, die aus eigenem Antrieb die Medienstation nutzten. Es wurde untersucht, inwiefern die Nutzung bei diesen Besuchern ein positives Erleben und ein situationales Interesse stimuliert (Kapitel 7.2.1 und 7.2.2). In einem zweiten Schritt wurde analysiert, welche Merkmale der Besucher und der wahrgenommenen Gestaltung ein solches situationales Interesse befördern (Kapitel 7.2.3).

#### *Motivationsrelevantes Erleben*

Entsprechend der Theorie der *Basic Needs* (Deci & Ryan, 1985, 2000) wurden Aspekte des motivationsrelevanten Erlebens der Nutzer der Medienstation als Einflussfaktoren auf das situationale Interesse untersucht. Neben dem Autonomie- und Kompetenzerleben wurde auf Grund des Single-User-Designs der Station nicht die dritte Dimension der *Basic Needs*, die soziale Eingebundenheit untersucht, sondern das *Allgemeine Wohlfühlen* während der Nutzung erhoben. Als eine verwandte Dimension des Kompetenzerlebens wurde der subjektiv eingeschätzte Lernerfolg analysiert (vgl. Kapitel 6.1.3 und 7.2).

Das *Autonomieerleben* der Besucher war, nach dem selbst eingeschätzten Lernerfolg, die am zweitniedrigsten ausgeprägte Erlebensvariable. Der Mittelwert lag nur leicht über dem theoretischen Skalenmittel von  $M=3.0$ . Auf Grund der strukturierten Aufbereitung des Informationsangebots und den zahlreichen Wahlmöglichkeiten war ein gut ausgeprägtes Autonomieerleben erwartet worden. Jedoch wurden mit der eingeschränkten Interaktivität und den wenigen Alltagsbezügen der Medienstation in Kapitel 4.3.3 bereits mögliche Einschränkungen benannt. Fehlende Hinweise auf die Lebenswirklichkeit und den Alltag führen dazu, dass Lernende die Auseinandersetzung mit diesen Themen als weniger dienlich in Hinblick auf die Realisierung ihrer aktuellen Ziele und Bedürfnisse erfahren (Krapp & Ryan, 2002; Lewalter, 2002; Ryan, 1995). Das Single-User-Design der Medienstation



trug vermutlich ebenfalls zu der geringeren Ausprägung des Autonomieerlebens bei. Einzelnutzer der Medienstation wiesen ein ausgeprägteres Autonomieerleben auf als solche mit einer oder mehreren Begleitungen. Das ist nach Heath et al. (2005) auch darauf zurückzuführen, dass dieser weit verbreitete Angebotstyp nur einen Hauptnutzer zulässt, Begleiter bloß zuschauen oder sogar die Nutzung stören können. Single-User-Designs ermöglichen eine intensive individuelle Interaktion mit dem Ausstellungsgegenstand, schränken jedoch die gemeinsame Wissenskonstruktion ein. Die Annahme, dass die Medienstation das Erleben von Autonomie ermöglicht, aber nicht optimal unterstützt, wurde dementsprechend bestätigt.

Das *Kompetenzerleben* während der Nutzung war nur geringfügig niedriger ausgeprägt als die am höchsten ausgeprägte Variable *Wohlfühlen in der Nutzungssituation*. Die Hypothese, dass die hohe Komplexität und Abstraktheit der Thematik, die fehlende Differenzierung in unterschiedliche Schwierigkeitsgrade sowie die wenigen Rückmeldungen zu Kenntnissen und Erfolgen durch die Station sich negativ auf das Kompetenzerleben auswirken, wurde somit widerlegt. Die Besucher kamen mit den kognitiven Anforderungen der Medienstation, d.h. mit dem Schwierigkeitsgrad der Inhalte und der anspruchsvollen Aufmerksamkeitssteuerung durch die verschiedenen Medienelemente (vgl. Kapitel 4.2.2) offensichtlich gut zurecht.

Der Mittelwert der Variable *Subjektiver Lernerfolg* war niedriger ausgeprägt als die der anderen Variablen, befand sich jedoch ebenfalls leicht über dem theoretischen Skalenmittel. Die Nutzer der Medienstation schätzten ihren Lernerfolg etwas mehr als durchschnittlich ein.

Die höchste Ausprägung wies die Variable *Wohlfühlen in der Nutzungssituation* auf, deren Mittelwert sehr deutlich über dem theoretischen Skalenmittel lag. Ein Unterschied zwischen Einzelbesuchern und Besuchern in Begleitung hinsichtlich des allgemeinen Wohlbefindens bestand entgegen den Hypothesen nicht.

Bezogen auf die durchschnittliche Ausprägung über dem Skalenmittel ist das motivationsrelevante Erleben der Nutzer der Medienstation positiv zu beurteilen. In Studien zum Erleben bei Schulklassenbesuchen (Geyer, 2008; Krombaß & Harms, 2006; Krombaß et al., 2007; Wilde et al., 2009) werden ähnliche Ausprägungen des Autonomie- und Kompetenzerlebens berichtet. Die Werte der in diesen Untersuchungen beteiligten Schüler liegen tendenziell niedriger als bei dem hier befragten allgemeinen Museumspublikum. Für diese Stichprobe altersgemischter und individueller Nutzer eines medialen Museumsangebots liegen der Autorin keine Vergleichsdaten vor, so dass eine Einordnung und Bewertung der deskriptiven Befunde nur eingeschränkt möglich ist. Empirische Studien mit Museumspublikum und an verschieden gestalteten Ausstellungseinheiten sind notwendig, um bewerten zu können, wie effektiv ein Angebot das motivationsrelevante Erleben der Besucher fördert (s.a. Wilde & Urhahne, 2008).

### *Situationales Interesse*

Das situationale Interesse der Besucher während der Nutzung der Medienstation wurde entsprechend der von Mitchell (1993) vorgenommenen Unterscheidung in eine erste Interessiertheit (Catch-Komponente) und ein stabilisiertes situationales Interesse (Hold-Komponente) mit einer autotelischen Qualität erfasst.

Erwartungsgemäß war die Catch-Facette des situationalen Interesses deutlich höher ausgeprägt als die Hold-Facette. Die Nutzer der Medienstation hatten ein „ziemlich hohes“ Interesse (Catch-Komponente), d.h. ihre Aufmerksamkeit und Neugier war geweckt, sie hatten Spaß an der Nutzung und empfanden diese als spannend. Die *Hold-Komponente*, im Sinne einer persönlichen Relevanz und dem Wunsch, sich weiter mit den Themen auseinanderzusetzen, wies ein mittleres Niveau auf („etwas interessiert“) und war somit niedriger ausgeprägt als die Catch-Komponente. Dies entspricht den Annahmen, dass es einfacher ist, eine erste Interessiertheit durch die Gestaltung eines Angebots zu wecken als dieses über das Aufzeigen von Sinnhaftigkeit und Bedeutsamkeit aufrechtzuerhalten (Krapp, 2002a). Auf Grund der Aufbereitung der Themen der Medienstation war zudem nicht zu erwarten, dass diese explizit eine Reflexion über die persönliche Bedeutung der Inhalte anregt (vgl. 3.3.3). Die in Kapitel 5.2.2 formulierten Hypothesen wurden umfassend bestätigt.

Im Vergleich zur Interessiertheit von Schülern nach einem Museumsbesuch (Geyer, 2008) sind die Mittelwerte sowohl der Catch- als auch der Hold-Facette in der vorliegenden Studie bei den Nutzern der Medienstation höher ausgeprägt. Dieser Befund trifft erfreulicher Weise insbesondere für die Hold-Facette zu. Die Nutzer erachteten die Inhalte und Nutzung als persönlich bedeutsamer und äußerten deutlicher den Wunsch, mehr über die Inhalte zu erfahren. Jedoch sind die Befunde trotz des gleichen (gekürzten) Instruments nur bedingt vergleichbar, da es sich um unterschiedliche Besucherstrukturen (organisierter Besuch einer altershomogenen Schulklasse vs. Individualpublikum) und Bezugsgrößen (Museumsbesuch vs. Nutzung eines einzelnen Museumsangebots) handelt.

#### *Einflussfaktoren auf das situationale Interesse*

Im Rahmen dieser Fragestellung wurde analysiert, inwiefern und unter welchen Voraussetzungen sich bei den Besuchern ein situationales Interesse entwickelt. Hierfür wurde untersucht, welche Erklärungskraft besuchsbezogene Merkmale, dispositionale und motivationsregulierende Merkmale, die wahrgenommene Qualität der Medienstation sowie das motivationsrelevante Erleben und die kognitiven Lernaktivitäten für die Ausbildung des situationalen Interesses haben.

Die Variablen *Besuchsziele* und *Medienaffinität* erklärten einen Teil der Varianz der Catch-Komponente. Wie erwartet, hatte die Medienaffinität der Besucher einen signifikanten Einfluss auf die Catch-Komponente des situationalen Interesses. Dieser Befund weist darauf hin, dass die Medienaffinität nicht nur die Nutzungsentscheidung (vgl. Kapitel 7.1.3), sondern auch die Entwicklung eines situationalen Interesses beeinflusst. In Hinblick auf das Single-User-Design der Medienstation und die signifikant kürzere Nutzung der Medienstation durch Besuchergruppen überraschte der tendenzielle, positive Zusammenhang mit dem Besuchsziel *Zeit mit Familie/Freunden verbringen*. Bei gleichzeitiger Betrachtung der Medienaffinität und des Besuchsziels *Zeit mit Familie/Freunden zu verbringen* war letzteres jedoch nicht mehr bedeutsam für die Vorhersage der Catch-Komponente.<sup>66</sup> Für

---

<sup>66</sup> Medienaffinität und das Ziel *Zeit mit Familie/Freunden verbringen* korrelierten nicht signifikant miteinander. Individuelle und begleitete Nutzer der Medienstation unterschieden sich nicht signifikant in ihrer Medienaffinität.

die Hold-Komponente bestand kein Zusammenhang mit diesen Merkmalen: Das situationale Interesse (Hold) war unbeeinflusst von der besuchsspezifischen Motivation und der Medienaffinität der Nutzer.

In der Forschungsliteratur zur selbstbezogenen Kognition wird von einer wechselseitigen Verstärkung von Selbstkonzept, Motivation und Leistung ausgegangen, mit dem fachbezogenen Selbstkonzept als Mittler (Köller et al., 2006). Auch die Befunde von Geyer (2008) und Willems (2011) zeigen, dass die handlungsregulierende *selbstbezogene Kognition* sich signifikant auf das situationale Interesse auswirkt. Entgegen diesen Annahmen und den aufgestellten Hypothesen war die selbstbezogene Kognition weder für die Erklärung der Varianz der Catch- noch der Hold-Komponente signifikant. Demnach konnte die Beschäftigung mit der Medienstation sowohl bei Personen mit schwachem als auch mit ausgeprägtem Fähigkeitskonzept ein situationales Interesse wecken.

In der Literatur wird angenommen, dass ein bestehendes *dispositionales Interesse* sich in einer Lernhandlung förderlich auf das situationale Interesse auswirkt, denn dieses Interesse wird durch die Auseinandersetzung mit dem Interessengegenstand stimuliert und aktualisiert (Müller, 2006; Zinn, 2008). Das thematische Interesse war erwartungskonform ein wichtiger, positiver Prädiktor für die Hold-Komponente, der 23% der Varianz aufklärte. Den Hypothesen entsprechend war die dispositionale Motivation der Besucher kein signifikanter Prädiktor für die Catch-Komponente.

Ein enger Zusammenhang bestand wie erwartet zwischen den *wahrgenommenen Qualitäten der Medienstation* und der Varianz der Catch-Komponente, wodurch ein beträchtlicher Teil der Varianz aufgeklärt werden konnte. Besucher, die die Medienstation als ansprechend und informativ bewerteten, wiesen auch ein größeres beginnendes situationales Interesse auf. Für die Erklärung der Varianz der Hold-Komponente, mit stärker wertbezogenen und epistemischen Aspekten waren diese Qualitäten nicht relevant. Auch bei Geyer (2008) war die wahrgenommene Instruktionsqualität ein wichtiger Prädiktor, allerdings für beide Komponenten des situationalen Interesses.

Empirische Befunde aus unterschiedlichen Lehr-Lern-Settings (u.a. Deci & Ryan, 2000; Geyer, 2008; Lewalter et al., 1998; Prenzel et al., 1998; Willems, 2011, s.a. Krapp, 2006) belegen die Bedeutung der *motivationsrelevanten Erlebensqualitäten* für die Entwicklung situationaler Interessen. Die motivationsrelevanten Erlebensqualitäten (*Basic Needs*) sind für die Ausbildung der Catch-Komponente relevante Faktoren, wie sich auch in dieser Studie zeigt, in der rund ein Drittel der Varianz der *Catch-Komponente* durch sie aufgeklärt werden konnte. Das Autonomieerleben hatte wie schon bei Willems (2011) das größte Gewicht und stand neben dem Kompetenzerleben in einem signifikanten positiven Zusammenhang mit dem beginnenden situationalen Interesse. Der subjektive Lernerfolg trug nur tendenziell zur Varianzaufklärung bei. Für die *Hold-Komponente* war die Varianzaufklärung gering: Der subjektive Lernerfolg war ein signifikanter Prädiktor und das Kompetenzerleben tendenziell signifikant. Entgegen den Erwartungen und den Befunden von Geyer (2008) spielte das Autonomieerleben keine Rolle für die Erklärung der Hold-Komponente. Bei Willems (2011) hatte das Autonomieerleben eine relativ geringe Erklärungskraft, stellte aber einen weiteren signifikanten Prädiktor dar. In der vorliegenden Studie entsprach der subjektive Lernerfolg offensichtlich den persönlichen Wünschen und Zielen der Besucher: Das Autonomieerleben verlor durch Hinzunahme dieser Variable seine Erklärungskraft und trug nicht signifikant zur Erklärung der Hold-Facette bei.

Entgegen der Theorie der *Basic Needs* waren Autonomie- und Kompetenzerleben in dieser Studie nicht signifikant miteinander korreliert. Das Kompetenzerleben stand in keinem signifikanten Zusammenhang mit der Hold-Komponente und war nur in Kombination mit dem subjektiven Lernerfolg ein tendenziell signifikanter Prädiktor. Da der Lernerfolg mit dem Kompetenzerleben, der selbstbezogenen Kognition und dem Wissen zum MZP 2 tendenziell bzw. signifikant negativ korreliert ist und diese kognitiven Variablen wiederum auf mittlerem bis hohem Niveau signifikant positiv untereinander korrelieren (vgl. Anhang A40), ist davon auszugehen, dass ein Deckeneffekt bzw. eine Unterforderung der Besucher auftrat (vgl. Kapitel 8.2.2). Je weniger die Nutzung sie herausforderte, desto kompetenter erlebten sie sich und desto geringer schätzten die Besucher ihren Wissenszuwachs an der Medienstation ein. Die Unterforderung wirkte sich erfreulicherweise nicht negativ auf das Autonomieerleben aus. Das *Wohlfühlen in der Nutzungssituation* hatte über die anderen motivationsrelevanten Erlebensqualitäten hinausgehend keinen Einfluss für die Entwicklung eines situationalen Interesses. Dem entspricht, dass das Autonomie- und Kompetenzerleben für die intrinsische Motivation relevanter als die soziale Einbindung sind (Schiefele & Köller, 2006).

Die *kognitiven Lernaktivitäten* gelten als Mittler zwischen Motivation und Lernleistung, wobei eine Wechselwirkung zwischen Lernstrategie, kognitiver Verarbeitung, Motivation und Lernerfolg angenommen wird (Leopold & Leutner, 2004). Sie trugen in dieser Studie signifikant zur Varianzaufklärung des situationalen Interesses bei, wobei theoriekonform für die beiden Komponenten des situationalen Interesses unterschiedliche Lernaktivitäten relevant waren. Während ein geringer Anteil der Catch-Komponente signifikant durch die Ausprägung der nachvollziehenden Lernaktivitäten erklärt werden konnte, hatten bei der Hold-Komponente die vertiefenden Lernaktivitäten eine größere Varianzaufklärung. Ein solch unterschiedlicher Einfluss von oberflächen- und tiefenorientierten Lernaktivitäten fand sich auch bei Willems (2011) in ihrer Studie zum Mathematikunterricht.

Die Annahme, dass die *Catch-Komponente* einen signifikanten Einfluss auf die Hold-Komponente ausübt, wurde ebenfalls bestätigt. Die Varianzaufklärung war mit 8% jedoch nur gering und deutlich schwächer als in Untersuchungen mit Schulklassen (Geyer, 2008; Willems, 2011). Diesem Befund entspricht, dass für Catch- und Hold-Komponente in den Regressionsmodellen meist unterschiedliche Prädiktoren relevant waren.

In einem *Modell signifikanter Prädiktoren* bestätigte sich der Einfluss der Medienaffinität und der wahrgenommenen Instruktionsqualität der Medienstation auf die *Catch-Komponente*. Förderlich erwies sich darüber hinaus der subjektive Lernerfolg sowie tendenziell das Autonomieerleben. Die Varianzaufklärung war substanziell und betrug über 50%. Das Kompetenzerleben und die kognitiven Lernaktivitäten verloren im gemeinsamen Modell an Erklärkraft und trugen nicht signifikant zur Varianzaufklärung der Catch-Komponente bei. Der fehlende Einfluss des Kompetenzerlebens sowie der über die kognitiven Lernaktivitäten hinausgehende Effekt des subjektiven Verständnisses entsprechen den Befunden von Willems (2011) mit Schülern im Mathematikunterricht.

Ein für die *Hold-Komponente* erstelltes Modell signifikanter Prädiktoren untermauerte den erwarteten Einfluss des thematischen Interesses. Ebenfalls hypothesenkonform war die Bedeutsamkeit der vertiefenden Lernaktivitäten und der Catch-Komponente. Das Kompetenzerleben verlor in den kombinierten Modellen komplett an Erklärkraft. Diese Befunde

entsprechen weitgehend den Beziehungen, wie sie von Geyer (2008) und Willems (2011) beschrieben werden. Der Effekt des subjektiven Lernerfolgs wird in der vorliegenden Studie teilweise über die Catch-Facette vermittelt und ist im vollständigen Modell nicht mehr signifikant. In einem reduzierten Modell, das mit der Stepwise-Prozedur erstellt wurde, stellt diese Variable jedoch einen signifikanten Prädiktor dar. Das subjektive Verständnis war bei Willems (2011) für die Erklärung der Hold-Komponente nicht bedeutsam.

Die Befunde der vorliegenden Studie stimmen nicht vollständig mit Ergebnissen zum Einfluss des motivationsrelevanten Erlebens auf das situationale Interesse von Schülern beim Museumsbesuch (Geyer, 2008) und im Mathematikunterricht (Willems, 2011) überein. Grundsätzlich bestätigen die Befunde jedoch die theoretischen Annahmen, dass die beiden Facetten des situationalen Interesses durch unterschiedliche Merkmale gefördert werden.

Pawek (2009) stellte im informellen Kontext Schülerlabor einen Einfluss der wahrgenommenen Instruktionsqualität (Laborvariablen) auf die „emotionale“ Komponente des aktuellen Interesses fest, der mit den Befunden zur Catch-Komponente vergleichbar ist. Für die Varianzaufklärung der „wertbezogenen“ und „epistemischen“ Komponenten des aktuellen Interesses, die Ähnlichkeiten mit der Hold-Komponente aufweisen, waren dispositionale Merkmale von Bedeutung. Die dispositionale Motivation der Schüler war hingegen ein weniger ausgeprägter Prädiktor für die emotionale Komponente des aktuellen Interesses. Trotz der unterschiedlichen Operationalisierung der Variablen kann festgestellt werden, dass die Befunde bezogen auf die grundsätzlichen Zusammenhänge übereinstimmen.

Die Catch-Komponente hängt stärker von der Bewertung der äußeren Qualitäten (medial, ansprechend, informativ, verständlich) und deren Passung mit Wünschen und Zielen (Autonomie, Geselligkeit) ab und lässt sich demnach stärker von Gestaltungsmerkmalen einer Lernsituation beeinflussen. Die Hold-Komponente hängt stärker von der Ausübung und Bewertung kognitiver Prozesse und Merkmale (tiefenorientierte Lernaktivitäten, Lernerfolg, eingeschätzte Kenntnisse), aber auch von neu geweckten (Catch-Komponente) und bereits vorhandenen (themenspezifischen) Interessen ab.

#### *Vergleich der Befunde von Cued und Non Cued Visitors zum situationalen Interesse*

Ein Vergleich mit der Cued Nutzergruppe ist in mehrfacher Hinsicht interessant: zum einen zur Validierung der Befunde durch eine weitere Stichprobe, zum anderen aus methodischer Sicht, insbesondere bezogen auf den Einfluss der Rekrutierung und des Zeitpunkts der Erhebungen. Auf Grund der Rekrutierung aus allen Besuchern der Abteilung „Wissenschaftliche Chemie“ unterschieden sich die Teilstichproben in einigen soziodemographischen Merkmalen, der Besuchssituation, der museumsspezifischen und naturwissenschaftsspezifischen Motivation (vgl. Anhang A11). Die Gruppe der Cued Visitors wurde vor der Nutzung zu individuellen Merkmalen befragt und nutzte die Medienstation als Teil des Untersuchungsdesigns (Treatment). Die Nutzung sollte nach eigenen Zielen und Interessen erfolgen, war jedoch im Durchschnitt signifikant länger als bei den Non Cued Visitors (vgl. Anhang A14). Hinsichtlich ihres situationalen Interesses und motivationsrelevanten Erlebens waren die Studiengruppen weitgehend vergleichbar. Cued Visitors gaben

aber einen etwas höheren subjektiven Lernerfolg und ein stärker ausgeprägtes Wohlfühlen in der Nutzungssituation an.

Obwohl sich die beiden Stichproben in mehreren Merkmalsausprägungen unterschieden, zeigten die Regressionsmodelle zur Erklärung des situationalen Interesses doch deutlich, dass die grundsätzlichen Effekte übereinstimmen. So waren für die Erklärung der *Catch-Komponente* in beiden Stichproben das motivationsrelevante Erleben, die wahrgenommene Instruktionsqualität und die kognitiven Lernaktivitäten relevant. In den einzelnen Variablen unterschieden sich die Gruppen hingegen, wobei die Richtung des Zusammenhangs übereinstimmt. Insbesondere fällt auf, dass bei den Cued Visitors kein Zusammenhang mit der Medienaffinität, dafür mit dem Besuchsziel Lernen bestand, was ein Effekt der Rekrutierung sein könnte. Bei der *Hold-Komponente* waren das motivationsrelevante Erleben und die kognitiven Lernaktivitäten sowie die Catch-Komponente für die Erklärung des situationalen Interesses beider Gruppen relevant. Darüber hinaus hatten für die Cued Visitors auch die wahrgenommene Instruktionsqualität und die Besuchsmotivation eine Erklärungskraft für die Hold-Komponente.

Die regressionsanalytischen Befunde beider Gruppen bestätigten insgesamt die Annahmen, dass die beiden Komponenten des situationalen Interesses durch unterschiedliche Variablengruppen beeinflusst werden: Die Catch-Komponente des situationalen Interesses wurde stärker durch das Angebot und die Affinität für Medien beeinflusst, während die Hold-Komponente stärker durch das dispositionale Interesse erklärt werden konnte. Weitere Studien sind notwendig, um ein vertieftes Verständnis der motivationalen Mechanismen bei nicht organisierten Museumsbesuchen zu erlangen. Eine vergleichende Betrachtung unterschiedlicher Zielgruppen und verschiedener musealer Angebote hinsichtlich der Nutzung und motivationalen Zusammenhänge sind weitere Forschungsdesiderate. Dabei sollte auch ein möglicher Einfluss des Studiendesigns beachtet werden.

### **10.2.2. Mittelfristige Entwicklung der dispositionalen Motivation und selbstbezogenen Kognition der Besucher**

*Inwiefern sind die dispositionale Motivation und die selbstbezogene Kognition bei den verschiedenen Besuchergruppen mittelfristig konstant?*

Drei Monate nach dem Besuch wurden die verbliebenen Studienteilnehmer erneut nach ihrer Motivation und selbstbezogenen Kognition befragt. Zudem wurden die Gruppen erneut auf Unterschiede zum MZP 2 geprüft, da insbesondere Besucher mit geringer Motivation, weniger ausgeprägter selbstbezogener Kognition, geringerer Bildung und naturwissenschaftlichem Schwerpunkt nicht an der Follow-Up-Befragung teilnahmen (vgl. Anhänge A19, A20, A21 und Fußnote 67).

---

<sup>67</sup> Zwischen Cued und Non Cued Nutzern bestanden bei der Erhebung im Museum nur wenige signifikante Unterschiede bei der Motivation und selbstbezogenen Kognition. Ausnahme war das Interesse an Naturwissenschaften, das bei Non Cued Nutzer signifikant höher ausgeprägt war. Unterschiede in besucher- und besuchsspezifischen Variablen, die bei der Gesamtstichprobe zum MZP1/2 bestanden (vgl. Anhang A11), hatten beim Vergleich der Follow-Up-Stichprobe bezogen auf den gleichen Zeitpunkt keinen Bestand: das Bildungsniveau, der naturwissenschaftliche Schwerpunkt, die Besuchsdauer, der Erstbesuch, die Besuchsziele *Unterhaltung* und

Die beiden nicht rekrutierten Studiengruppen, Nutzer und Nicht-Nutzer der Medienstation, unterschieden sich auch drei Monate nach dem Museumsbesuch hinsichtlich ihres Interesses und der selbstbezogenen Kognition. Die beiden Gruppen, die die Station genutzt hatten (Cued und Non Cued Visitors), wiesen keine signifikanten Unterschiede auf, während Cued Visitors und Nicht-Nutzer sich in einzelnen Variablen tendenziell unterschieden.

Entgegen den Hypothesen zur Stabilität der *dispositionalen Motivation* (Kapitel 5.2.4) waren die zum MZP 3 befragten Besucher signifikant geringer motiviert als bei der Befragung im Museum, wobei die Unterschiede einer kleinen Effektgröße entsprachen. Einzig der zugebilligte Wert der Naturwissenschaften war erwartungsgemäß weitgehend unverändert. Auch in der *selbstbezogenen Kognition* zeigten sich negative Veränderungen, die allerdings nur bei den selbsteingeschätzten Kenntnissen in Themen der Medienstation signifikant waren. Die thematisch breitere Selbsteinschätzung der Kenntnisse in Naturwissenschaften und die Variable *Begabung in Chemie* veränderten sich nicht signifikant. Signifikante Unterschiede bezogen auf die Veränderungen bestanden nicht hinsichtlich des Interesses, jedoch bei der selbstbezogenen Kognition. Die Nutzergruppen wichen bei der Veränderung des Selbstkonzepts der Begabung und der selbst eingeschätzten Kenntnisse in Themen der Station signifikant und mit kleinen Effektgrößen voneinander ab. Keiner der Post-Hoc-Tests war signifikant, wobei dies auch auf die relativ kleinen Stichproben der Follow-Up-Studie zurückzuführen ist.

Eine mögliche Erklärung für die Abnahme der Motivation und der selbstbezogenen Kognition in der Gesamtstichprobe ist die Präsenz eines Interviewers im Museum und die nicht-personale Befragung beim Follow-Up-Test, also der Wegfall des Effekts sozialer Erwünschtheit. Falk & Storcksdieck (2005a, 2005b) erachten einen solchen Effekt in einem free-choice-Setting jedoch als wenig wahrscheinlich und verweisen auf hohe Verweigererquoten und weniger detaillierte Antworten bei Follow-Up-Messungen, auch mit Interviewer.

Ein vielversprechenderer Ansatz der Erklärung ist der Museumsbesuch an sich und die davor betrachteten Ausstellungsinhalte, die dazu beigetragen haben, dass die Besucher sich generell interessierter beurteilten und ihre dispositionale Motivation und themenspezifischen Kenntnisse überschätzten. Pawek (2009) stellte in seiner Untersuchung zu Schülerlaboren einen entsprechenden Einfluss der aktuellen Motivation auf die Angabe der dispositionalen Interessen fest. Er erhob gleichzeitig die Ausprägung des Sachinteresses und des aktuellen Interesses und fand einen signifikanten Zusammenhang der „epistemischen“ Komponente des aktuellen Interesses (die der Hold-Komponente ähnelt) mit den dispositionalen Interessen. Bittner (2002) wies in seiner Studie zur Interessenentwicklung beim Schulklassenbesuch eines Nationalparks eine signifikante Abnahme des Interesses vier Wochen nach dem Besuch nach und das sowohl bei Schülern mit als auch

---

*Geselligkeit* waren keine signifikant unterschiedlichen Variablen in dieser Teilstichprobe (vgl. Anhang A12). Durch den Drop-out fand eine Angleichung der Gruppen statt.

Non Cued Nutzer und Nicht-Nutzer unterscheiden sich auch in der Follow-Up-Teilstichprobe in allen Merkmalen der Motivation und der selbstbezogenen Kognition. Während die Gruppen sich nicht mehr im Geschlecht, der Besuchsphase, dem Besuchsziel *Geselligkeit* und der Medienaffinität unterschieden, kamen Unterschiede im Bildungsniveau, dem naturwissenschaftlichen Schwerpunkt und dem Besuchsziel *Lernen* hinzu.

ohne Intervention. Der Besuch allgemein, d.h. das „im Nationalpark sein“, übte auf das vor Ort gemessene dispositionale Interesse einen positiven Einfluss aus. Vergleichbar mit den Befunden von Bittner (2002) sank in der vorliegenden Studie auch in der Nicht-Nutzergruppe das Interesse an Naturwissenschaften und an Themen der Medienstation signifikant ab. Es bestanden zudem keine signifikanten Unterschiede zwischen Cued und Non Cued Nutzern bezüglich der Veränderungen des Interesses und der selbstbezogenen Kognition. Dies kann bedingt als Bestätigung der Hypothese gewertet werden, dass die Nutzung der Station und das dabei entstandene situationale Interesse keinen signifikanten Einfluss auf die Angaben zur dispositionalen Motivation und selbstbezogenen Kognition ausübten (vgl. Kapitel 5.2.4). Die Unterschiede zwischen den Gruppen entsprachen allerdings immerhin kleinen Effekten.

Zur weiteren Klärung dieser Hypothese wurden Regressionsanalysen durchgeführt, die die Einflussfaktoren auf die mittelfristigen Veränderungen klären sollten.

#### *Einflussfaktoren auf die mittelfristigen Veränderungen des Interesses und der Kenntnisse in Themen der Station*

Regressionsanalytisch wurde geprüft, inwiefern die Veränderungen der dispositionalen Motivation und der selbstbezogenen Kognition in Zusammenhang mit dem motivationsrelevanten Erleben und dem situationalen Interesse während der Nutzung der Station stehen. Die Ausgangswerte der Motivation und der selbstbezogenen Kognition zum MZP 1/2 und die nachfolgende Beschäftigung mit Themen der Medienstation wurden ebenfalls als Prädiktorvariablen geprüft.

Für die *Veränderungen des Interesses an Themen der Station* bei Cued, Non Cued und Nicht-Nutzern war der Ausgangswert dieser Variable zum MZP 1/2 ein wichtiger Prädiktor. Je höher die Ausprägung des themenspezifischen Interesses im Museum war, desto stärker nahm das Interesse in den drei Monaten nach dem Besuch ab. Ein ebenfalls für alle Studiengruppen signifikanter Prädiktor stellte der Umfang der nachfolgenden Beschäftigung mit Themen der Medienstation dar. Diese Beschäftigung mit dem Interessensgegenstand wirkte sich positiv auf die Veränderungen des themenspezifischen Interesses aus (vgl. Kapitel 9.1.2). Bei den *Non Cued Visitors* war der Effekt der Hold-Komponente durch das themenspezifische Interesse vermittelt und trug über dieses hinaus nicht signifikant zur Varianzaufklärung der Veränderung bei.

Die Ausprägung der *selbst eingeschätzten Kenntnisse in Themen der Station* zum MZP 1/2 stellte für alle Nutzergruppen einen negativen Prädiktor für die Veränderungen dieser Variable dar. Zudem waren die Erlebensqualitäten relevante Prädiktoren sowohl bei Cued als auch Non Cued Visitors. Bei den *Non Cued Visitors* stellte die Catch-Komponente einen signifikanten negativen Prädiktor dar, der über den Effekt der selbsteingeschätzten Kenntnisse zum MZP 1/2 hinausging. Eventuell könnte dies, wie auch beim dispositionalen Interesse, ein Effekt der Überschätzung durch die motivationale Anregung sein. Bei den *Cued Visitors* waren stattdessen das Autonomie- und das Kompetenzerleben signifikante Prädiktoren für die Veränderung. Konform zu theoretischen Überlegungen, dass die selbstbezogene Kognition vom Kompetenzerleben und von Fähigkeitsrückmeldungen abhängt (vgl. Kapitel 3.3.3), übte das Kompetenzerleben im Museum einen positiven Einfluss auf die mittelfristigen Veränderungen der Selbsteinschätzung der Kenntnisse aus.



Das Autonomieerleben übte hingegen, wie die Catch-Komponente, einen negativen Einfluss auf die Veränderungen aus.

Der Umfang *nachfolgender Beschäftigung mit Themen der Station* wurde als weiterer positiver Prädiktor für die Veränderung der selbst eingeschätzten Kenntnisse von Cued und Non Cued Visitors identifiziert. Mit je mehr Themen sich diese Nutzer während der drei Monate nach dem Besuch beschäftigten, desto positiver waren die Veränderungen. Für die Nicht-Nutzer der Medienstation hatte diese Variable hingegen keine Erklärungskraft.

Auf Grund des Studiendesigns sind die komplexen Zusammenhänge von situationalen und dispositionalen Variablen sowie externen Einflussfaktoren (Museumsbesuch, Nutzungsqualität, nachfolgende Beschäftigung, Befragungseffekte) nicht vollständig zu klären. Zukünftige Studien sollten diese Zusammenhänge genauer in den Blick nehmen, da sie für die Bewertung der Effekte grundlegend sind. Überhaupt sind Studien im Museumskontext zu wünschen, die die mittelfristigen Veränderungen des Interesses und der selbstbezogenen Kognition differenziert untersuchen.

### **10.2.3. Zusammenfassung zu den kurz- und mittelfristigen motivationalen Effekten**

Die vorliegende Studie ermöglicht für das „normale“ Museumspublikum einen explorativen Einblick in das motivationale Geschehen während und nach der Nutzung eines Ausstellungsangebots. Die Nutzung der Medienstation führte bei den Besuchern, die aus eigenem Antrieb das Angebot nutzen, kurzfristig zu einem situationalen Interesse und positiven motivationsrelevanten Erleben. Mittelfristig war ein Rückgang des dispositionalen Interesses und der selbstbezogenen Kognition zu verzeichnen, wobei dies nicht als Effekt der Nutzung interpretiert wird, da er auch bei Nicht-Nutzern festzustellen war.

Die Medienstation förderte verschiedene Aspekte des motivationsrelevanten Erlebens unterschiedlich gut. Die Annahme bestätigte sich, dass das Autonomieerleben nicht optimal unterstützt wird, hingegen übertraf das Kompetenzerleben deutlich die Überwartungen. In der Zusammenschau mit den kognitiven Effekten ist anzunehmen, dass diese hohe Ausprägung durch einen Deckeneffekt, also eine Unterforderung der am stärksten vorgebildeten Nutzer befördert wurde. Während der Nutzung fühlten sich Einzelbesucher und Besucher in Begleitung gleich wohl. Das situationale Interesse (Catch) der Nutzer war ziemlich ausgeprägt, die Hold-Komponente fiel erwartungsgemäß niedriger aus. Durch individuelle, motivationale und kognitive Merkmale konnte die Ausprägung des situationalen Interesses teilweise erklärt werden, wobei für die Catch- und Hold-Komponente unterschiedliche Variablen signifikant waren. Während für die Vorhersage der Catch-Komponente überwiegend emotionale Merkmale und die Bewertung der Gestaltung wichtig waren, standen für die Vorhersage der Hold-Komponente erwartungsgemäß kognitive Variablen im Vordergrund und die Catch-Komponente trug ebenfalls zur Varianzaufklärung des stabilisierten situationalen Interesses bei. Die für die Gruppe der rekrutierten Nutzer identifizierten Prädiktoren für das situationale Interesse sind zwar nicht vollständig deckungsgleich mit denen der Non Cued Visitors, sie zeigen jedoch grundsätzliche Übereinstimmungen. Einige der getesteten Variablen waren entgegen den Erwartungen keine signifikanten Prädiktoren, zudem waren die Ergebnisse vermutlich

durch die kognitiven Deckeneffekte beeinflusst. In Folgeuntersuchungen sollten diese Zusammenhänge mit der Untersuchung von Angeboten unterschiedlicher Anforderungsniveaus überprüft werden und mögliche Interaktionseffekte mit dem Vorwissen der Besucher genauer in den Blick genommen werden. Insgesamt ist festzustellen, dass weitere Studien notwendig sind, um ein vertieftes Verständnis der motivationalen Mechanismen bei nicht organisierten Museumsbesuchen zu erlangen. Eine vergleichende Betrachtung unterschiedlicher Besuchskonstellationen und verschiedener musealer Angebote sind weitere Forschungsdesiderate. Dabei sollte auch ein möglicher Einfluss des Studiendesigns, insbesondere die Rekrutierung der Studienteilnehmer, beachtet werden.

Ein mittelfristiger Einfluss auf das Interesse und die selbstbezogene Kognition durch die Nutzung der Medienstation wurde nicht angenommen, sondern eine Stabilität der dispositionalen Merkmale. Entgegen der Hypothesen zeigte sich jedoch, dass sich die Ausprägung dieser Variablen in den drei Monaten nach dem Besuch signifikant reduzierte, auch bei den Nicht-Nutzern der Medienstation. Dieser Befund sowie die durchgeführten Regressionsanalysen weisen darauf hin, dass durch die vorangegangene Nutzung anderer Ausstellungsangebote und/oder durch die Befragung selbst, die Besucher ihre Motivation und selbstbezogene Kognition überschätzten. Das motivationsrelevante Erleben und das situationale Interesse spielten entsprechend der kurzen Nutzung der Medienstation für die Entwicklung des Interesses an Themen der Station keine bedeutende Rolle. Über das Interesse bzw. die selbstbezogene Kognition zum MZP 1/2 hinausgehend waren erwartungsgemäß die nachfolgenden Beschäftigungen für alle Studiengruppen ein wichtiger Prädiktor für die Veränderung des Interesses und der eingeschätzten Kenntnisse. Äußerst positiv zu bewerten ist, dass sich von denjenigen Nutzern, die sich weiter mit Themen der Medienstation beschäftigten (50%) etwa ein Drittel angab, dies seit dem Museumsbesuch häufiger zu tun (vgl. Kapitel 9.1.2). Ein sehr großer Teil führte dies auf die Nutzung der Medienstation zurück. Obwohl das Interesse in den drei Monaten nach dem Besuch bezogen auf alle Besucher abnahm, unterstreicht dieser Befund, dass die Nutzung der Medienstation bei einem kleinen Teil der Besucher (ca. 15%) nachhaltig die naturwissenschaftsbezogene Aktivität fördern konnte.

### **10.3. Lernwirkungen bei Nutzern der Medienstation**

Das Wissen und Verständnis der Besucher zu fördern, sind primäre Ziele naturwissenschaftlicher Museen. Diese haben sich in den letzten Jahrzehnten verstärkt der Vermittlung von Kenntnissen über Wissenschaft und deren Prozesse zugewandt (vgl. Kapitel 2.1.3). Mit zunehmender Verbreitung der Bio- und Nanotechnologie rückten zudem Themenbereiche in den Fokus, die besondere Anforderungen an die Präsentation stellen. Für Größenordnungen, die sich den menschlichen Sinnen entziehen und prinzipiell andersartig sind, sind Modelle und deren Visualisierungen besonders wichtig. Visuelle Modelle werden aber nicht nur in der Vermittlung als Hilfsmittel eingesetzt, sondern sind auch Produkte der Forschung. In der Medienstation „Die Welt der Moleküle“ wird diese Thematik aufgegriffen: Den Besuchern sollen die Erforschung und die Funktionsweise sowie verschiedene Möglichkeiten der Darstellung von Molekülen am Beispiel der Proteine nahe gebracht werden (vgl. Kapitel 4.1.2). Unter welchen Umständen dies bei den befragten

Besuchern gelingt, wurde in zwei Fragestellungen untersucht, die sowohl kurz- als auch mittelfristige Lernwirkungen einbeziehen.

### **10.3.1. Kurzfristige Lernwirkungen**

*Inwiefern und unter welchen Voraussetzungen bewirkt die Nutzung der Medienstation bei den Besuchern eine Wissensveränderung?*

Studie 2 nahm die Lernwirkung der Medienstation in den Blick, indem rekrutierte Besucher der Chemieabteilung vor und nach der Nutzung der Medienstation zu ihren Kenntnissen und zu unterschiedlichen Besuchs- und Besuchermerkmalen befragt wurden. Angelehnt an die Inhalte der Medienstation (Funktion, Forschung, Modelle) wurde für die Untersuchung ein Fragebogen mit den drei Subskalen *Atome und Moleküle*, *Proteine und Antikörper* und *Modellverständnis* entwickelt. Mit diesem wurde untersucht, welche Kenntnisse die Besucher vor und nach der Nutzung der Medienstation hatten, um kurzfristige Wissensveränderungen feststellen zu können. Diese Befunde werden im Folgenden bewertet und im Anschluss daran Einflussfaktoren auf die Veränderungen diskutiert.

*Wissen der Besucher vor der Nutzung der Medienstation*

Entsprechend der formulierten Hypothesen besaßen die Besucher vor allem im Grundlagenbereich *Atome und Moleküle*, der sich auf die Inhaltsbereiche „Forschung“ und „Modelle“ bezog, ein relativ hohes Vorwissen. Sie hatten jedoch entgegen der Hypothese auch in den spezifischeren Skalen *Proteine und Antikörper* (Inhaltsbereich „Funktion“) und *Modellverständnis* tendenziell angemessene Vorkenntnisse. Beim Modellverständnis war der Anteil an Besuchern ohne Vorkenntnisse oder mit inkonsistenten Vorstellungen am größten, dennoch sind die Befunde positiv zu bewerten und widersprechen der Annahme überwiegend unangemessener Vorstellungen. Die in Kapitel 5.2.5 formulierten Hypothesen zu den Vorkenntnissen der rekrutierten Besucher können dementsprechend nur teilweise als bestätigt gelten – das Vorwissen der Besucher war höher ausgeprägt als angenommen.

Studien im Museumskontext berichten von einer größeren Zahl an Besuchern mit niedrigem bis mittlerem Vorwissen (Falk & Adelman, 2003; Falk & Storksdieck, 2005b). In der vorliegenden Studie war dieser Anteil etwas geringer, d.h. viele Besucher können als „sehr vorgebildet“ bezeichnet werden, nur wenige Besucher lagen unter dem theoretischen Skalenmittel und das, obwohl die eingesetzte Antwortskala das Wissen eher unterschätzt.<sup>68</sup> Auf Grund der unterschiedlichen Operationalisierungen und Untersuchungskontexte eignen sich Studien zum Modellverständnis von Schülern und Lehrern (z.B. Leisner, 2005a; Mikelskis-Seifert, 2002; Terzer & Upmeier zu Belzen, 2007) nur eingeschränkt zum Vergleich, bieten aber den Anhaltspunkt, dass die befragten Besucher dieser Studie über ein relativ angemessenes Modellverständnis verfügen. Generell kann das

---

<sup>68</sup> Die eingesetzte Skala in der unangemessen beantwortete Fragen ( $M \leq -3$ ) einem Punktabzug entsprechen und nicht als fehlende Kenntnisse ( $M=0$ ) gewertet werden, führt im Vergleich zu anderen Skalierungen („unangemessen“ = Wert 0) zu einer Unterschätzung der Kenntnisse der Besucher. Dies unterstreicht das ausgeprägte Kenntnisniveau der Studiengruppen.

relativ ausgeprägte Vorwissen als gute Ausgangsposition und förderlicher Faktor für den Lernerfolg angesehen werden (vgl. Kapitel 3.3.2).

### *Wissenszuwachs durch die Nutzung der Medienstation*

Es wurde angenommen, dass die Medienstation nur kurz und selektiv genutzt wird und zu keinen oder nur kleinen messbaren Zuwächsen im deklarativen Wissen führt. Entgegen dieser Annahme konnte in der Gesamtskala ein Wissenszuwachs mittlerer Größe festgestellt werden. Die Nutzung der Medienstation führte auch in den Subskalen *Proteine und Antikörper* und in der Subskala *Atome und Moleküle* zu einem signifikanten Wissenszuwachs mit mittlerer Effektstärke. Für das Modellverständnis wurden keine oder nur geringe Veränderungen angenommen, da diese Fragenstellungen über die konkret angesprochenen Themen der Medienstation teilweise hinausgingen (vgl. Kapitel 4.3) und sich auf ontologisch und epistemologisch tief verankerte Theorien zur Natur, Erstellung und Nutzung von Modellen als Ergebnis von Forschungsprozessen bezogen (vgl. Kapitel 3.3.5). Die Wissensveränderungen in dieser Skala waren zwar geringer als in den beiden anderen Subskalen, die kleine Effektstärke übertraf jedoch das angenommene Ergebnis. Die kleinen bis mittleren Wissensveränderungen der Besucher durch die Nutzung der Medienstation entsprechen den festgestellten Lerneffekten in anderen Museen und Ausstellungen (z.B. Doering et al., 1999; Falk & Adelman, 2003; Falk & Storcksdieck, 2005a, 2005b). Das Thema Modelle wurde in Ausstellungen bislang selten thematisiert. Einzelne Ausstellungen wie „Making Models“ (Karp & Leblang, 2004), „Too small to see“ (Conner, 2007) und „Marvelous Molecules“ (Serrell, 2001) gehen zwar teilweise auf das Thema (Molekül-)Modelle ein, jedoch sind die Erkenntnisse der Evaluationsstudien nicht mit der vorliegenden Studie vergleichbar, da dort die Lernwirkungen nicht entsprechend erfasst und quantifiziert wurden. Um die Höhe der Veränderungen einschätzen zu können, bieten sich auch Studien mit Schülern im Museum nur eingeschränkt an (z.B. Krombaß & Harms, 2006; Waltner, 2007; Wilde & Bätz, 2006), da diese teilweise inhaltlich vorbereitet werden, das Angebot strukturierter, zielgerichteter und länger nutzen und zumeist über geringere Vorkenntnisse verfügen. Diese Merkmale tragen zu größeren Lernwirkungen bei, wie sie von den zuvor genannten Autoren berichtet werden. Noch größer sind die Unterschiede zum Untersuchungskontext Schule (z.B. Mikelskis-Seifert, 2002; Leisner, 2005), für den von einem sehr geringen Modellverständnis und großen Lerneffekten berichtet wird. Thematisch und methodisch vergleichbare Untersuchungen mit „normalen“ Museumsbesuchern, die eine Einschätzung und Bewertung der kognitiven Wirkung der Medienstation erlauben, liegen der Autorin nicht vor.

### Negative Wissensveränderungen

Eine detailliertere Betrachtung der Veränderungen zeigte, dass sich einige Studienteilnehmer auf Skalenebene negativ veränderten (vgl. Tab. 54). Die Wissensverluste auf Gesamtskalenebene, die sich bei etwa jedem zwölften Untersuchungsteilnehmer feststellen ließen, können teilweise auf ein unsicheres Antwortverhalten zurückgeführt werden, aber auch neu entstandene unangemessene Vorstellungen sind nicht auszuschließen.<sup>69</sup> Eine genauere Analyse dieser negativen Veränderungen konnte im Rahmen dieser Arbeit

---

<sup>69</sup> Eine Analyse auf Item- und Besucher-Ebene war im Rahmen dieser Studie nicht möglich (vgl. Kapitel 10.4.2).

nicht unternommen werden, der Vergleich mit anderen Studien sowohl im Museums- als auch im Schulkontext macht deutlich, dass die negativen Entwicklungen äußerst moderat sind. Mikelskis-Seifert (2002) stellte beispielsweise nach einem Unterricht über Modelle bei knapp einem Fünftel der Schüler negative Veränderungen im Modellverständnis fest. Rennie & Williams (2006) waren in ihrer Studie zum Einfluss von drei verschiedenen *free-choice-learning*-Gelegenheiten (Museum, Science Center und Vortrag) auf das Lernen über Naturwissenschaften sogar mit mehrheitlich negativen Veränderungen konfrontiert, die auf Item-Ebene mittleren bis großen Effektstärken entsprachen. Die Teilnehmer der Studie hatten vor dem Besuch im Schnitt ein tendenziell angemessenes Verständnis über die Natur des wissenschaftlichen Wissens, insbesondere zu deren Fehlbarkeit.<sup>70</sup> Danach gingen die Teilnehmer verstärkt davon aus, dass die Wissenschaft Antworten auf alle Fragen hat, dass wissenschaftliche Erklärungen eindeutig und endgültig sind und, dass Wissenschaftler untereinander übereinstimmen. Bei der Gruppe der Museumsbesucher war dieser Effekt etwas niedriger ausgeprägt als bei den Besuchern des Science-Centers und des Vortrags. Die in der hier vorliegenden Studie untersuchte Medienstation förderte hingegen bei einem großen Teil der Besucher (68%) das Modellverständnis bezogen auf die Skalenebene. Die Präsentation verschiedener Modelle als konventionalisierte, aber wandelbare Darstellungsmöglichkeiten wissenschaftlicher Daten und als Ergebnisse umfangreicher Forschungsprozesse ist bei der Mehrheit offensichtlich geglückt. Die Besucher wurden nicht dazu verführt, die (digitalen) Modelle als endgültige Fakten oder als Abbild der Realität aufzufassen, sondern erkannten den Wissenschaftler als handelndes und kreatives Subjekt, obwohl gerade dieses sehr verbreitete Lernervorstellungen sind (vgl. McComas 1998b).

#### Wissensveränderungen bei unterschiedlichem Vorwissen

Die Nutzung der Medienstation führte etwa bei jedem neunten Besucher nicht zu einem Lerneffekt auf Gesamtskalenniveau. Eine Erklärung liegt in der kurzen Nutzungsdauer der Medienstation, jedoch können auch andere Gründe wie die Messung selbst hierfür verantwortlich sein. In einer vergleichbaren Studie von Falk & Storksdieck (2005a) veränderten sich zwei von drei Teilnehmern nicht im Multiple Choice-Test, obwohl sie sich in anderen Messungen (Meaning-Mapping, offene Frage) verbesserten. Ausbleibende Lerneffekte können auch auf Deckeneffekte zurückgeführt werden wie sie bei der vorliegenden Studie vermutlich auftraten. Zwar kann theoretisch davon ausgegangen werden, dass Lernende mit zunehmendem Vorwissen effektiver lernen und sich damit mehr Wissen aneignen, jedoch ist der potentielle Wissenszuwachs durch die angebotenen Informationen, deren Umfang und Qualität begrenzt. Die Einteilung der Besucher in drei gleich große Vorwissensgruppen<sup>71</sup> machte deutlich, dass Besucher mit dem höchsten Vorwissen kaum von der Nutzung der Medienstation profitieren, während Besucher mit geringem und mittlerem Vorwissen in allen Skalen große oder sehr große Lerneffekte aufwiesen.

---

<sup>70</sup> Skala "Fallibility of scientific knowledge" (3 Items): Science has the answers to all problems; Scientific explanations are definite; Scientists always agree with each other

<sup>71</sup> Die Segmentierung der Besucher in drei Vorwissensgruppen entspricht den Befunden von Falk & Storksdieck, (2005a), die zwar zunächst fünf Vorwissensgruppen bildeten, jedoch in einer Post-Hoc-Analyse mit Fischer PLSD nur drei Untergruppen (niedriges, mittleres und hohes Vorwissen) fanden. Zum anderen ist die Gruppierung der relativ kleinen Stichprobe und der relativ hohen Vorbildung geschuldet, weshalb nicht nach objektiven Kriterien unterteilt werden konnte, sondern drei relativ gleich große Gruppen gebildet wurden.

Die Inhalte der Medienstation und deren Aufbereitung entsprachen demnach entgegen den Annahmen nicht einem Expertenpublikum, sondern kamen insbesondere Besuchern mit geringeren bzw. durchschnittlichen Kenntnissen entgegen. Falk & Adelman (2003) sowie Falk & Storcksdieck (2005a) stellten ebenfalls fest, dass die Wissensveränderungen stark vom Vorwissen abhängig waren und sich vor allem Besucher mit geringeren Kenntnissen verbesserten. Die Befunde der Forschergruppe um Falk & Dierking zeigen außerdem, dass die Gruppierung der Besucher<sup>72</sup> aufschlussreiche Ergebnisse für die Erklärung der Wissensveränderungen hervorbringen kann. Für Besucher mit unterschiedlichem Vorwissen (Falk & Storcksdieck, 2005b) bzw. Merkmalskombinationen aus Interesse und Vorwissen (Falk & Storcksdieck, 2005a) waren in den regressionsanalytischen Prüfungen unterschiedliche Prädiktoren zur Erklärung der Wissensveränderung relevant. Eine solche Gruppierung war auf Grund der zu geringen Stichprobengröße in der vorliegenden Studie nicht möglich.

### *Einflussfaktoren auf die Wissensveränderungen*

Ein weiterer Schwerpunkt dieser Forschungsfrage war die Untersuchung, inwieweit dispositionale, motivationale und kognitive Merkmale und Prozessvariablen den Wissenserwerb der Nutzer beeinflussten.

Im Regressionsmodell wurde ein negativer Zusammenhang zwischen dem *Vorwissen* der Besucher und den Veränderungen der Kenntnisse festgestellt. Ein positiver Einfluss des Vorwissens auf die Wissensveränderungen der Besucher, wie in Kapitel 5.2.3 auf Grund des hohen Anspruchs der Medienstation postuliert, besteht wie bereits oben ausgeführt nicht. Dieser Effekt bestätigt die Befunde von Falk & Adelman (2003) und Falk & Storcksdieck (2005a, 2005b), in deren Studien sich der Ausstellungsbesuch als besonders lernförderlich für die Besucher mit geringen Kenntnissen erwies.

Die Selbstregulation auf Basis einer adäquaten Einschätzung von Stärken und Schwächen ist insbesondere für informelle Lernkontexte mit großer Wahlfreiheit von Bedeutung (Köller et al., 2006; Möller & Trautwein, 2009). Für die *selbstbezogene Kognition* wurde dementsprechend ein positiver Zusammenhang mit den Lernwirkungen angenommen (vgl. Kapitel 5.2.3). Im Widerspruch hierzu wurde für die themenspezifischen Kenntnisse ein signifikanter, zudem negativer Zusammenhang festgestellt. Je höher die Besucher ihr themenspezifisches Wissen vor der Nutzung der Medienstation einschätzten, desto niedriger fiel der Wissenszuwachs durch die Nutzung aus. Die Einschätzung der eigenen themenspezifischen Kenntnisse trug über die Vorkenntnisse hinausgehend jedoch nicht zur Varianzaufklärung bei. Der Befund widerspricht den Annahmen, dass das Selbstkonzept einen unterstützenden Charakter aufweist („self-enhancement“), indem es sich positiv auf das Motivationsgeschehen auswirkt, ein erhöhtes Engagement, eine höhere Anstrengungsintensität und Persistenz fördert (Krapp, 2006, S. 2002; Möller & Trautwein, 2009; Moschner & Dickhäuser, 2006; vgl. Kapitel 3.3.3). Auch eine höhere Persistenz, im Sinne einer längeren Nutzungsdauer, war bei Besuchern mit einer positiveren selbstbezogenen

---

<sup>72</sup> Falk & Storcksdieck gruppierten die gleichen Besucher in unterschiedlichen Publikationen (Falk & Storcksdieck, 2005a, 2005b, 2010) nach unterschiedlichen Merkmalen bzw. Merkmalskombinationen: Vorwissen, Kombination von Vorwissen und Interesse und schließlich *Identity Related Visitor Motivations*. Damit erhöhten sie die Homogenität der untersuchten Gruppen und damit die erklärbare Varianz der Kriteriumsvariablen, den Wissenszuwachs.

Kognition nicht festzustellen. Zumindest zwischen der selbstbezogenen Kognition und den nachvollziehenden und organisierenden kognitiven Lernaktivitäten bestand aber ein positiver Zusammenhang (vgl. Anhang A39).

Die dispositionalen Interessen standen nicht im Vordergrund der Analyse des kurzfristigen Lernerfolgs, da von einer Aktualisierung des Interesses in Form des motivationsrelevanten Erlebens und des situationalen Interesses ausgegangen wurde. Die zur Kontrolle berechneten Regressionsanalysen zeigten, dass die Variablen des dispositionalen Interesses mit Ausnahme der Freude und des Werts der Naturwissenschaften geringfügig zur Varianzaufklärung der kurzfristigen Wissensveränderungen beitragen. Das dispositionale Interesse konnte über das Vorwissen hinausgehend jedoch keinen Beitrag zur Varianzaufklärung leisten. In Hinblick auf die Ergebnisse von Falk & Storcksdieck (2005a) sollten in zukünftigen Studien Interaktionseffekte des dispositionalen Interesses mit anderen Merkmalen stärker in den Blick genommen werden. In deren Studie wirkte sich das individuelle Interesse bei den Besuchern mit dem geringsten Vorwissen signifikant auf den kurzfristigen Lernerfolg aus. Aus der Forschung zum Textverstehen ist zudem bekannt, dass thematische Interessen den Lernerfolg beeinflussen, indem sie eine qualitativ höhere Verarbeitung anregen (ausgefeilte assoziative Struktur, Transferleistung, konzeptuelles Wissen, vgl. Krapp & Prenzel, 1992). In der vorliegenden Studie deutet sich ein vergleichbares Zusammenhangsmuster mit den kognitiven Lernaktivitäten an. Zwar korrelierte das Interesse nicht signifikant mit den Wissensveränderungen, jedoch stand das themenspezifische Interesse in einem engen Zusammenhang mit den nachvollziehenden und den organisierenden Lernaktivitäten (vgl. Anhang A39). Somit kann ein Einfluss des Interesses auf die Wissensveränderung angenommen werden, der über die kognitiven Lernaktivitäten vermittelt wurde. Diese Mediationsprozesse sollten zum besseren Verständnis des Lernens im Museum und der Relevanz des Interesses zukünftig in den Blick genommen werden.

Der angenommene positive Einfluss der *Medienaffinität* auf die Wissensveränderungen bestätigte sich nicht, hingegen war das Besuchsziel *Lernen* ein tendenziell signifikanter Prädiktor. Es wirkte sich negativ auf den Lernerfolg aus, d.h. Besucher mit einem ausgeprägten Wunsch zu Lernen konnten diese Erwartung an der Medienstation vermutlich nicht befriedigen. Auch Falk & Storcksdieck (2005a) fanden bei Gruppen mit mittlerem und höchstem Vorwissen den kontraintuitiven Zusammenhang, dass Besucher mit einem stark ausgeprägten individuellen Lernziel weniger hinzulernten. Eine schlüssige Erklärung fanden Falk & Storcksdieck nicht, und auch für diese Studie fällt die Interpretation dieses Befunds schwer, zudem die Variable in der bivariaten Korrelationsanalyse mit den Wissensveränderungen nicht signifikant korreliert, dafür aber positiv mit dem subjektiven Lernerfolg zusammenhängt. Diese Interaktionen sollten in zukünftigen Studien mit größeren Stichproben genauer betrachtet werden, zudem sie nicht nur theoretischen Annahmen, sondern auch anderen Befunden (vgl. Falk et al., 1998) widersprechen.

Die Hypothese, dass das *motivationsrelevante Erleben* und das *situationale Interesse* die Lernleistung positiv beeinflussen (vgl. Kapitel 5.2.3), wurde durch die Regressionsanalysen nur teilweise bestätigt. Hypothesenkonform wirkten sich das Wohlfühlen in der Nutzungssituation und die Catch-Komponente des situationalen Interesses positiv auf die Wissensveränderung aus. Das Autonomieerleben stand hingegen in keinem Zusammenhang mit den Wissensveränderungen. Falk & Storcksdieck (2005b) untersuchten in ihrer

Studie die beobachtete bzw. die berichtete Fähigkeit Objekte zu selektieren (Index „Choice and Control“) und fanden ebenfalls keinen Einfluss auf den Lernerfolg. Allerdings besteht bei den Autoren Unsicherheit, ob diese Variable tatsächlich die erlebte Autonomie und Passung mit eigenen Wünschen erfasste oder vielmehr die allgemeine Zufriedenheit mit der Ausstellung (Falk & Storksdieck, 2005a, S. 13). Das Kompetenzerleben der Besucher stellte in der hier vorliegenden Studie einen negativen Prädiktor für die Veränderungen auf Gesamtskalen-Ebene dar. Dieser Befund wird in der Zusammenschau mit anderen Ergebnissen (s. auch weiter unten) als Resultat einer Unterforderung der Besucher gewertet.

Aufgrund früherer Befunde (Lewalter, 1997a; Schiefele et al., 2003; Seidel, 2003) und theoretischer Annahmen zur Informationsverarbeitung und zum Lernen wurden positive Zusammenhänge zwischen den *kognitiven Lernaktivitäten* und der Lernleistung erwartet. Entgegen dieser Annahme bestanden unter Kontrolle des Vorwissens keine signifikanten Zusammenhänge mit dem Wissenszuwachs. Allerdings wurden entsprechende positive Zusammenhänge zwischen Lernerfolg und der Ausprägung spezifischer Lernstrategien vor allem in kognitionspsychologischen Experimenten festgestellt, während die Effekte in Feldstudien recht schwach ausgeprägt waren (Schiefele, 2005; Spörer, 2003; Wild, 2006a). Diese offensichtliche Methodenabhängigkeit der Befunde sollte zum Anlass genommen werden, verschiedene, möglichst inhaltspezifische Instrumente auf ihre Eignung für den Museumskontext zu prüfen. Abgesehen von der methodischen ist auch hier eine andere Erklärung möglich, nämlich wiederum die der Unterforderung: Ein qualitativ hochwertiges Vorwissen fördert die Identifikation und Verarbeitung relevanter Informationen. Besucher mit hohem Vorwissen verfügen vermutlich über ein ausgeprägtes metakognitives Repertoire und entsprechende Lernaktivitäten, jedoch bietet die Medienstation nicht in ausreichendem Maße Lernmöglichkeiten, weshalb sie folglich wenig hinzulernen können. Die mittleren und hohen Korrelationen (vgl. Anhang A39) zwischen nachvollziehenden und organisierenden Lernaktivitäten und Vorwissen stützen diese Annahmen.

Die Verwendung der Variable *Nutzungsdauer* zur Vorhersage des Lernerfolgs im Museum wurde häufig kritisiert (z.B. Bell et al., 2009; Donald, 1991), da sie nichts über die Qualität der Beschäftigung aussagt und eine lange Dauer sowohl auf einer intensiven Beschäftigung als auch auf Verständnisschwierigkeiten beruhen kann. Dennoch ist festzuhalten, dass sich ohne Aufmerksamkeitszuwendung und ausreichende Lernzeit kein Lernerfolg einstellen kann (vgl. Hasselhorn & Gold, 2006). Die Hypothese, dass sich die *Dauer der Beschäftigung*<sup>73</sup> mit der Medienstation positiv auf die Wissensveränderungen auswirkt, wurde durch die Regressionsanalysen bestätigt. Bei Untersuchungen in Museen und Ausstellungen (Borun et al., 1996; Csikszentmihalyi & Hermanson, 1995; Falk et al., 1998; Falk & Storksdieck, 2005b; Hein, 1998; Beverly Serrell, 1997; B. Serrell, 1997) wurden ähnliche Ergebnisse gefunden. Sowohl die Nutzungsdauer als auch das Vorwissen sind im gemeinsamen Modell signifikante Prädiktoren.

---

<sup>73</sup> Die Cued Visitors nutzten die Medienstation sehr ausführlich, im Mittel fast so lange wie benötigt wird, um alle Audiobeiträge anzuhören (M=7:37 min; SD=2:32 min). Nicht berücksichtigt wurde, dass die Spiele die Nutzungsdauer einiger Besucher deutlich verlängerten (vgl. Kapitel 10.4.3).



Im Vergleich mit den Ergebnissen von Falk & Storksdieck (2005b) zeigt sich, dass in der hier vorliegenden Studie durch einzelne Variablen und Variablengruppen eine deutlich höhere Varianzaufklärung des Lernens erreicht wird. Falk & Storksdieck (2005a, 2005b) berichten, dass die einzelnen Variablen für sich genommen nicht mehr als 4 bis 9% der Varianz des Lernerfolgs erklären konnten. In ihrer Studie hatte jeder der Faktoren (außer den Kontrollmerkmalen) einen gewissen Einfluss auf das Lernen, jedoch korrelierte keiner der Faktoren mit allen Messungen zum Wissen. Ihre Konsequenz aus der niedrigen Korrelation und Varianzaufklärung war, sich spezielle Besuchergruppen genauer anzusehen. Sie fanden heraus, dass sich das Lernen (2005a: Index aller Wissensmaße; 2005b: „PMM Breadth Score“) unterschiedlicher Gruppen, die sie entsprechend deren Vorwissen bzw. Vorwissen und Interesse gebildet hatten, durch unterschiedliche Merkmale erklären ließ: Keine Variable war für alle Gruppen ein signifikanter Prädiktor, die meisten waren nur für je eine Gruppe signifikant.

In *kombinierten regressionsanalytischen Modellen*, die aus signifikanten Prädiktoren der Einzelregressionen erstellt wurden, behielten nicht alle Merkmale ihre Signifikanz. Um der ausgeprägten Multikollinearität zu begegnen und eine stabilere Schätzung zu erreichen, wurden die Variablen mit den niedrigsten Beta-Koeffizienten sukzessive ausgeschlossen. Der korrigierte Regressionskoeffizient war dabei weitgehend konstant und das so gebildete Modell mit den Prädiktoren *Besuchsziel Lernen, Kompetenzerleben, Wohlfühlen, Catch-Komponente des situationalen Interesses* und *Nutzungsdauer* erklärte mit 41% einen beträchtlichen Teil der Varianz. Zusätzlich berechnete Stepwise-Modelle, die der kleinen Stichprobengröße und möglicherweise nicht aufgedeckten Interaktionen zwischen den Prädiktoren Rechnung tragen, bestätigten den Einfluss der Nutzungsdauer und der Catch-Komponente. Die Nutzungsdauer war in beiden Modellen stärkster Prädiktor für die kurzfristigen Wissensveränderungen. Im Museum, in dem viele interessante Angebote um die Aufmerksamkeit der Besucher buhlen, ist dies nicht erstaunlich. Die hohe Erklärungskraft dieser Variable resultiert auch aus der spezifischen Passung des Lernens an der Medienstation mit dem Fragebogen. Der positive Einfluss der Catch-Komponente des situationalen Interesses auf die kurzfristigen Wissensveränderungen ist äußerst erfreulich, da sich diese Komponente durch die Gestaltung der Lerngelegenheit fördern lässt. In Anbetracht der fehlenden Zusammenhänge zwischen individuellen Interessen und Lernerfolg (vgl. Anhänge A39 und A40) ist davon auszugehen, dass der Lernerfolg tatsächlich durch ein neu gewecktes, nicht durch ein aktualisiertes Interesse gefördert wurde (vgl. Krapp & Prenzel, 1992). Diese Befunde unterstreichen, wie wichtig es für free-choice-Learning-Gelegenheiten ist, die Aufmerksamkeit und das Interesse der Besucher zu wecken und aufrechtzuerhalten. Da die Nutzungsdauer mit dem motivationsrelevanten Erleben und dem situationalen Interesse in einem positiven Zusammenhang steht (s. Anhänge A39 und A40), sollte in weiteren Studien überprüft werden, inwiefern die Nutzung ein Mediator zwischen individuellen Merkmalen und Lernergebnissen ist (vgl. Helmke, 2009).

Insgesamt bestätigen die Ergebnisse zu den Wissensveränderungen, die Feststellung von Falk & Storksdieck (2005b), dass keine Variable allein den Lernerfolg erklären kann, sondern dass es sich um eine Vielzahl relativ kleiner Einflussfaktoren handelt. Die Höhe der Varianzaufklärung von 41% deutet darauf hin, dass Einflussfaktoren nicht berücksichtigt

wurden oder bei unterschiedlichen Besuchergruppen unterschiedliche Prädiktoren relevant sind. Falk & Storcksdieck (2005a) erreichten jedoch auch durch eine Unterteilung in fünf Vorwissensgruppen nur eine Varianzaufklärung von maximal 45% (in der mittleren Vorwissensgruppe). Die Autoren erklären dies auch damit, dass die Nutzung von Angeboten zu einem hohen Grad durch zufällige Ereignisse bestimmt wird: „[...] a good deal of the variability in visitor behavior and learning we observed in the World of Life exhibition was random variability“ (Falk & Storcksdieck, 2005b, S. 141). Eine Einordnung der Höhe der Varianzaufklärung durch den Vergleich mit weiteren Studien ist durch methodischen Unterschiede (Erfassung des Wissens, Erklärung des im Nachtest erhobenen Wissens anstatt der Veränderung, selbstberichteter Wissenszuwachs etc.) und auf Grund der insgesamt wenig umfangreichen Studienlage nicht möglich.

#### Unterforderung als Erklärungsansatz für die Zusammenhänge

In den oben vorgestellten Regressionsanalysen wurde festgestellt, dass die kognitiven Merkmale und Prozessvariablen überwiegend in einem negativen Zusammenhang mit den Wissensveränderungen stehen. Die motivationalen Merkmale sind, mit Ausnahme des Kompetenzerlebens, hingegen überwiegend positive Prädiktoren für eine Leistungssteigerung. Betrachtet man zudem die Korrelationsbefunde (s. Anhang A39), die soziodemographischen Merkmale und das ausgeprägte Vorwissen (vgl. Kapitel 8.1.1 und Anhang A11), weist vieles auf eine Unterforderung der Nutzer hin. Die ausgeprägt vorgebildeten Besucher benötigen vermutlich mehr Wahl- und Interaktionsmöglichkeiten und inhaltliche Herausforderungen als die Medienstation sie bot. Nutzer mit einem hohen gemessenen und eingeschätzten Vorwissen fühlten sich kompetent und wiesen eine starke Ausprägung der nachvollziehenden Lernaktivitäten auf. Gleichzeitig nützten Nutzer mit hohem Vorwissen die Medienstation kürzer und hatten einen geringen subjektiven und gemessenen Lernerfolg als Nutzer mit geringeren Vorkenntnissen. Es bestanden Korrelationen mittlerer Größe zwischen Lernerfolg und Nutzungsdauer, dennoch kann der geringere Wissenszuwachs nicht allein darauf zurückgeführt werden, da das Vorwissen über die Dauer hinausgehend zur Varianzaufklärung beitrug. Während das Vorwissen in einem mittleren bis hohen positiven Zusammenhang mit den dispositionalen Interessen stand<sup>74</sup>, korrelierte es negativ mit dem Autonomieerleben und dem Wohlfühlen in der Nutzungssituation und auch mit der Catch-Facette des situationalen Interesses. Zwar wird der Museumsbesuch vorzugsweise dazu genutzt, sich seiner Kenntnisse und Vorstellungen zu vergewissern (vgl. Falk & Storcksdieck, 2005b), bei dieser Studiengruppe schlug sich die geringe inhaltliche Herausforderung jedoch negativ auf das Erleben von Autonomie und die Ausbildung eines situationalen Interesses nieder. Besucher mit weniger ausgeprägtem Vorwissen und Kompetenzerleben waren interessierter (Catch) und fühlten sich in der Nutzung selbstbestimmter. Über die längere Nutzung der Medienstation kompensierten sie vermutlich ihre geringeren Vorkenntnisse und elaborierten kognitiven Lernaktivitäten. Für eine spezifischere Erfassung des Kompetenzerlebens bietet sich an, in zukünftigen Studien die Skala durch Items zur Über- bzw. Unterforderung zu erweitern.

---

<sup>74</sup> Bei Schülern liegen Korrelationen zwischen dem dispositionalen Interesse in naturwissenschaftlichen Fächern und der Leistung im Mittel bei  $r = .30$  (Schiefele et al., 1993), wobei der Zusammenhang mit zunehmendem Alter stärker wird, da sich Interessen und Kenntnisse ausdifferenzieren.

### 10.3.2. Mittelfristige Lernwirkung bei Nutzern der Medienstation

*Inwiefern und unter welchen Voraussetzungen sind die Veränderungen der Kenntnisse bei verschiedenen Nutzergruppen mittelfristig stabil?*

Die mittelfristigen Veränderungen der Kenntnisse der Besucher standen im Fokus dieser Forschungsfrage. Hierfür wurde untersucht, wie sich die Kenntnisse aller befragten Besucher in den drei Monaten nach der Nutzung verhalten und wie dauerhaft die Lernwirkungen bei den Cued Visitors sind. Welche Variablen diese Veränderungen beeinflussten, wird anschließend diskutiert.

#### *Veränderung zwischen MZP 2 und 3*

Entsprechend den Hypothesen verschlechterten sich mehr als 50% der Nutzer der Medienstation in den drei Monaten nach dem Museumsbesuch. Die Veränderungen auf Ebene der Gesamtskala entsprachen durchschnittlich einem sehr kleinen Effekt und waren tendenziell signifikant. Die Veränderungen waren umso kleiner, je allgemeiner die abgefragten Inhalte und je geringer der Bezug zur Medienstation waren: Die Kenntnisse in der Skala *Proteine und Antikörper* veränderten sich signifikant mit kleinem Effekt. Sehr kleine Effekte, die nur tendenziell signifikant waren, traten in der Skala *Atome und Moleküle* auf. Für das Modellverständnis, das von der Medienstation nur indirekt adressiert wurde und zudem tief verankerte Vorstellungsbereiche anspricht, waren keine Veränderungen feststellbar. Diese Befunde entsprachen den Hypothesen.

Die Studienlage zu Untersuchungen mittel- und langfristiger Effekte eines individuellen Museumsbesuchs von erwachsenen Besuchern ist relativ dünn (vgl. Kapitel 3.1.2). Zudem unterscheiden sich diese Studien durch die eingesetzten Methoden der Befragung<sup>75</sup>, durch den zeitlichen Abstand der Follow-up-Befragung oder durch die Thematik, die z.B. mehr oder weniger alltagsrelevant sein kann. Zumeist werden Rückgänge des Wissens berichtet, die zwar den Lerneffekt reduzieren, aber nicht völlig zunichtemachen (Anderson et al., 2007). Es finden sich jedoch auch Studien, wie die von Medved & Oatley (2000), die einen Monat nach Besuch eines Science Centers keine Verschlechterung des konzeptuellen Wissens finden. Bei Schulklassenuntersuchungen wurde häufig ein signifikanter Rückgang der Kenntnisse bei den zeitverzögerten Nachtests (z.B. Waltner, 2007; Wilde, 2004) festgestellt.

Eine separate Betrachtung der Studiengruppen zeigte, dass die Hypothesenprüfung zu den Veränderungen bei Cued und Non Cued Visitors unterschiedlich ausfällt: Die Kenntnisse der Cued Visitors nahmen in der *Gesamtskala* und in der der Subskala *Proteine und Antikörper* signifikant und mit kleiner Effektstärke ab. Die Veränderung in der Skala *Atome und Moleküle* entsprachen einem kleinen Effekt, waren jedoch nicht signifikant. Die ausbleibenden Veränderungen in der Skala *Modellverständnis* entsprechen ebenfalls den aufgestellten Hypothesen. Anders sieht es bei den Non Cued Visitors aus: Die sehr kleinen, negativen Veränderungen in den einzelnen Skalen waren allesamt nicht signifikant,

---

<sup>75</sup> Anderson et al. (2007) gehen davon aus, dass die Feststellung ob mittel- bzw. langfristiges Lernen durch den Museumsbesuch stattgefunden hat, neben dem Vorwissen und Interesse auch vom Messverfahren selbst abhängig ist.

womit die Hypothesen – mit Ausnahme des wie angenommen, stabilen Modellverständnisses – widerlegt wurden. Ihre Kenntnisse waren im Gegensatz zu denen der Cued Visitors stabiler, was insofern erfreulich ist, da die Non Cued Nutzung mit Ausnahme der anschließenden Befragung einer „natürlichen Museumssituation“ entsprach.

Die beobachteten Veränderungen der Gesamtnutzergruppe lassen sich also insbesondere auf Wissensverluste der Cued Visitors zurückzuführen. Die Vergleiche der Veränderungen beider Gruppen ergaben kleine Effektgrößen auf *Gesamtskalenebene* und in der Subskala *Proteine und Antikörper*, die jedoch beide nicht signifikant waren.

#### Unterschiede zwischen Cued Visitors und Non Cued Nutzern

Ein Erklärungsansatz für den tendenziell abweichenden Verlauf der Wissensveränderungen könnte aus der Befragungssituation beider Gruppen resultieren. Zunächst ist festzustellen, dass Cued Visitors die Medienstation signifikant länger nutzten (vgl. Anhang A15). Dieser Effekt könnte durch die Rekrutierung befördert worden sein, d.h. die Befragungssituation selbst hat zu einer „gewissenhafteren“ und längeren Nutzung geführt (Hawthorne-Effekt, s.a. Serrell, 2001). Die rekrutierten Studienteilnehmer könnten zudem durch die Wissensfragen auf die Thematik vorbereitet worden sein und sich deshalb ausführlich und zielgerichtet mit den Inhalten auseinandergesetzt haben, im Sinne einer Klärung offener Fragen. Die längere und mutmaßlich fokussiertere Nutzung und das damit höhere Lernpotential könnten die vorhandenen Wissensunterschiede mit kleinem Effekt zum MZP 2 und die größeren Wissensverluste zum MZP 3 erklären. Allerdings kann auch nicht ausgeschlossen werden, dass bereits vor der Nutzung Wissensunterschiede bestanden, da sich die Teilstichproben in einigen weiteren Merkmalen unterschieden (vgl. Anhänge A11 bis A18).<sup>76</sup> Eine Kontrollgruppe mit wiederholter Administration des Fragebogens und ohne Nutzung der Medienstation war insofern nicht gegeben, dass aus zeitökonomischen Gründen die Nicht-Nutzer im Museum einen Fragebogen ohne Wissensfragen erhielten. Die Befunde zeigen insgesamt, dass ein Kontrollgruppen-Design mit Follow-up-Messung sinnvoll ist, um zeitlich verzögerte Lern- und Vergessenseffekte sowie mögliche Einflüsse des Museums in Abgrenzung zum Treatment (hier: die Nutzung der Medienstation) aufdecken zu können.

#### *Absolute Veränderung der Kenntnisse der Cued Visitors (MZP 1, MZP 2 und MZP 3)*

Der Kenntnisstand der Cued Visitors wurde vor ihrer Nutzung der Medienstation erhoben, sodass die mittelfristige Entwicklung bezogen auf das ursprünglich vorhandene Vorwissen betrachtet werden kann. Trotz der diskutierten negativen Entwicklung der Kenntnisse zwischen den MZP 2 und 3, wiesen die rekrutierten Nutzer der Medienstation drei Monate nach dem Museumsbesuch in den Subskalen *Atome und Moleküle* sowie *Modellverständnis* und auch in der Gesamtskala signifikant bessere Ergebnisse auf als zum MZP 1. Die Lernwirkung auf Gesamtskalenebene entsprach einer kleinen Effektgröße. Diese Befunde sind überaus erfreulich, da sie zeigen, dass die Medienstation sowohl kurz- als auch mittelfristig eine große Zahl der Besucher in die Lage versetzt, ihre Kenntnisse in mehreren

---

<sup>76</sup> Auf Grund der verschiedenen Teilstichproben, die insbesondere dem Drop-Out geschuldet sind, ist eine Aussage über Unterschiede zwischen den Gruppen jeweils vom Zeitpunkt und der Fragestellung abhängig (vgl. Anhänge A11 und A21).

Inhaltsbereichen zu erweitern. Rund drei Viertel der Besucher gaben zum MZP 3 angemessenere Antworten als bei der Befragung im Museum. Die größten Lerneffekte wurden in der Subskala *Atome und Moleküle* erzielt, die Faktenwissen zu Methoden und zu Atom- und Molekülmodellen umfasste. Die Inhalte, auf die sich die Skala *Proteine und Antikörper* bezog, wurden weniger gut behalten, das spiegelt sich auch darin wieder, dass nur etwas mehr als die Hälfte der Nutzer mittelfristig ein erweitertes Wissen aufwiesen. Über die Gründe hierfür lässt sich nur spekulieren, beispielsweise dass diese Informationen im Alltag auf Grund ihres engen Fokus' seltener nützlich waren als die allgemeineren Informationen zu Atomen und Molekülen und deshalb nicht konsolidiert und verankert wurden. Das *Modellverständnis* der Besucher veränderte sich nach dem Besuch praktisch nicht, weshalb der kleine Lerneffekt, der nach der Nutzung festgestellt wurde, annähernd erhalten blieb.

Sowohl kurz- als auch mittelfristig waren die Veränderungen des Modellverständnisses geringer ausgeprägt als in den beiden anderen Subskalen. Dennoch überraschen die mittelfristig großen Effekte bei der niedrigen und mittleren Vorwissensgruppe, insbesondere wenn man die Bedingungen für *Cognitive Change* und die Angebote der Medienstation berücksichtigt. Lederman (2007) legt in seiner Metastudie dar, dass expliziter Unterricht über die Natur der Naturwissenschaften mit einem größeren Erfolg einhergeht als Unterrichtskonzepte, die die Natur der Naturwissenschaft nur implizit thematisieren. Genau das war bei der Medienstation der Fall: Das Modellverständnis und die Modellkompetenz bzw. dahinterliegende Wissenschaftstheorien wurden nur in begrenztem Umfang angesprochen und die Möglichkeiten *Cognitive Change* zu unterstützen, theoretisch nicht ausgeschöpft (vgl. Kapitel 4.1). Nutzer der Medienstation wurden wenig angeregt, sich ihren ontologische und epistemologische Annahmen (Rahmentheorien) bewusst zu werden. Vorstellungen können aber nur gemeinsam mit diesen tief verankerten Rahmentheorien verändert werden, weshalb sich die Lernenden zunächst über ihre impliziten Repräsentationen, ihren epistemologischen Status und die Widersprüchlichkeit ihres Wissens bewusst werden müssen (Krüger, 2007; Schnotz, 1998; Vosniadou & Ioannides, 1998). Während der Nutzung der Medienstation wurden Anreicherungen oder Reorganisationen der mentalen Modelle vorgenommen („synthetisch Modelle“, vgl. Schnotz, 1998, S. 56), die mittelfristig weitgehend beibehalten wurden. Die Abnahme des Modellverständnisses mit geringer Effektgröße innerhalb der drei Monate nach dem Besuch macht deutlich, dass insbesondere Besucher mit niedrigem und mittlerem Vorverständnis nicht zu ihren Initialmodellen zurückkehrten. Nach Posner et al. (1982) sind notwendige Elemente für eine Veränderung mentaler Modelle, die Unzufriedenheit mit den eigenen Vorstellungen, das Angebot verständlicher und einleuchtender alternativer Konzepte sowie ein positiver und erfolgreicher Einsatz in verschiedenen Anwendungssituationen. In Anbetracht der Hürden für *Cognitive Change* ist es umso erfreulicher, dass gerade die schwächeren Lernenden ihre Modellvorstellungen deutlich verbessern konnten.

#### *Detailbetrachtung bei Cued Visitors mit unterschiedlichem Vorwissen*

Lernende mit unterschiedlichen Dispositionen, insbesondere mit unterschiedlichem Vorwissen (vgl. Kapitel 3.3.2) profitieren häufig nicht gleichermaßen von einer Lerngelegenheit. Im Rahmen einer Untersuchung des Vorwissenseffekts berichten Falk & Adelman (2003) sowie Falk & Storksdieck (2005a, 2005b) von positiven Ergebnissen durch die

Bildung und Analyse homogener Teilstichproben im Museumskontext. Dies bestätigte sich auch bei der vorliegenden Untersuchung der Wissensveränderungen von drei Gruppen mit unterschiedlichem Vorwissen:

Besucher mit niedrigem, mittlerem und höherem Vorwissen wiesen unterschiedliche Lernzuwächse in den einzelnen Skalen auf, wobei Besucher mit höherem Vorwissen in allen Bereichen die geringsten Wissenszuwächse zeigten. Bezogen auf die *Gesamtskala* profitierten Besucher mit einem mittleren Vorwissen am stärksten von der Nutzung der Medienstation. Drei Monate nach dem Besuch handelte es sich noch immer um einen großen Effekt. Nutzer mit niedrigem Vorwissen erreichten einen signifikanten Wissenszuwachs mit mittlerer Effektgröße. Tendenziell signifikant war auch der Lerneffekt mittlerer Größe der Nutzer der höchsten Vorwissensgruppe. In den beiden Subskalen *Atome und Moleküle* und *Proteine und Antikörper* war der Effekt bei Studienteilnehmern mit geringem Vorwissen am größten. Bei diesen beiden Skalen deutet sich eine Unterforderung der mittel und stärker vorgebildeten Nutzer der Medienstation an (vgl. Kapitel 10.3.1 Unterforderung). Anders sieht es für das *Modellverständnis* aus: Hier verbesserten sich sowohl Besucher mit niedrigem als auch mit mittlerem Vorwissen (tendenziell<sup>77</sup>) signifikant und mit großer Effektstärke. Die Gruppe mit dem höchsten Modellverständnis verbesserte sich mittelfristig nicht signifikant.

Die Tatsache, dass die einmalige Nutzung der Medienstation kurz- und mittelfristig Wissen über Atome, Moleküle und Antikörper vermittelt und das Modellverständnis stärkt, spricht für die adressatengerechte Darbietung der Informationen. Die Veränderungen mit großer Effektstärke bei Besuchern mit niedrigem Vorwissen sind sehr erfreulich, da sich hier zeigt, dass die Medienstation diese komplexen Inhalte insbesondere an die Besuchergruppe mit der geringsten Vorbildung erfolgreich vermitteln konnte und somit eine funktionierende instruktionale Unterstützung für schwächere Lernende bot. Die Nutzung ermöglichte ein Verständnis der Inhalte und deren bedeutungsvolle Verarbeitung, woraus die nachweisbare mittelfristige Robustheit des vermittelten Wissens resultiert, insbesondere beim Modellverständnis.

### *Einflussfaktoren auf die Wissensveränderungen*

Inwiefern und in welchem Umfang kognitive und motivationale Merkmale und Prozessvariablen die mittelfristigen Wissensveränderungen beeinflussen, war Gegenstand eines weiteren Analyseschwerpunkts.

Für die Wissensveränderungen wurde auf Grund der Komplexität und des hohen Anspruchs der Medienstation ein positiver Einfluss des *Vorwissens* der Besucher angenommen. Der theoretisch angenommene Einfluss des Vorwissens auf den Lernerfolg (vgl. Kapitel 3.3.2) wurde in zahlreichen Studien bestätigt und wird beispielsweise zur Diagnose des Schulerfolgs herangezogen (z.B. Dittmar, 2007). Die Annahme eines positiven Einfluss des Vorwissens auf die mittelfristigen Wissensveränderungen bestätigte sich weder kurz- noch mittelfristig, womit die Hypothese für den untersuchten Kontext verworfen werden muss. In den Gruppenvergleichen (niedriges, mittleres und hohes Vorwissen) wurde zwar ein negativer Einfluss des Vorwissens deutlich: Insbesondere Besucher mit

---

<sup>77</sup> Die geringen Stichprobengrößen der Vorwissensgruppen mit  $8 \leq n \leq 21$  trugen vermutlich dazu bei, dass die Wissenszuwächse trotz mittlerer oder großer Effektgrößen nicht in jedem Fall signifikant waren.

geringerem Vorwissen eigneten sich mehr Kenntnisse zu den Themen Atome, Moleküle, Antikörper und Modelle an. Allerdings fiel der (negative) Einfluss des Vorwissens geringer aus und war, anders als bei den kurzfristigen Lerneffekten, nicht signifikant (vgl. Tab. 96 bis Tab. 99 und Anhang A51). In den Regressionsanalysen erwies sich das *Vorwissen* nicht als signifikanter Prädiktor für die mittelfristigen Wissensveränderungen (MZP 1-3). Dies ist bedingt dadurch, dass die kurzfristigen Lernerfolge negativ mit dem mittelfristigen Vergessen (MZP 2-3) zusammenhängen: Je höher die kurzfristigen Lernerfolge, desto höher war mittelfristig die Wissensabnahme (vgl. Anhang 0).

Entgegen den Annahmen trugen die selbsteingeschätzten *Kenntnisse in Naturwissenschaften*, *Kenntnisse in Themen der Station* und das *Selbstkonzept der Begabung für Chemie* nicht signifikant zur Varianzaufklärung der mittelfristigen Veränderungen bei. Nur unter Kontrolle des Vorwissens waren die selbsteingeschätzten Kenntnisse in Naturwissenschaften ein signifikanter Prädiktor. Trotz der hohen Interkorrelation der beiden Prädiktoren<sup>78</sup> und der daraus resultierenden Multikollinearität kann dies als Hinweis dafür gewertet werden, dass sich das Vertrauen in die eigenen naturwissenschaftlichen Kenntnisse über den negativen Effekt des tatsächlichen Wissens hinaus, positiv auf den Lernerfolg auswirkt.

Theoretische Überlegungen und Studien zur Wirkung der *dispositionalen Motivation* im Lernprozess legen positive Zusammenhänge mit den Wissensveränderungen nahe (vgl. Kapitel 3.2.1). Die leistungsförderliche Wirkung des Interesses ließ sich regressionsanalytisch nur bedingt bestätigen. Mit Ausnahme des Werts der Naturwissenschaften trugen die Variablen auch unter Kontrolle des Vorwissens nicht signifikant zur Varianzaufklärung bei, zudem bestanden deutliche Interaktionen zwischen den beiden Prädiktoren. Inwiefern die Relevanz des individuellen Interesses für den mittelfristigen Lernerfolg von der Ausprägung des Vorwissens abhängt (vgl. Hinweise beim kurzfristigen Lernerfolg, s.a. Schiefele et al., 1993), konnte nicht geprüft werden, da die Stichprobe nicht umfangreich genug war.

In zahlreichen Museumsstudien ist der Einfluss der Besuchsziele, der *visit motivation* oder *visitor agenda* (u.a. Anderson & Shimizu, 2007; Briseño-Garzón et al., 2007b; Falk et al., 1998; Moussouri, 2003; vgl. Kapitel 3.2.2) nachgewiesen worden. Die vier erfassten Besuchsziele trugen in der vorliegenden Studie jedoch nicht signifikant zur Varianzaufklärung des mittelfristigen Lernerfolgs bei. Für die kurzfristigen Wissensveränderungen war das Ziel zu Lernen überraschenderweise ein negativer Prädiktor gewesen. Dieser Einfluss bestätigte sich für die mittelfristige Analyse nicht. Hingegen trug die Medienaffinität, also die Frage wie gerne Besucher im Museum Medienangebote wahrnehmen, tendenziell signifikant zur Varianzaufklärung bei. Während sie die Varianz des kurzfristigen Lernerfolgs nicht erklären konnte, ist die Medienaffinität für den mittelfristigen Lernerfolg relevant. Einen ähnlichen Befund berichtet Vogelsberg (2008) bei einer Untersuchung von Lernprogrammen zur Verkehrserziehung. Zwar unterschieden sich im Umgang mit dem PC erfahrene Kinder und weniger erfahrene Kinder nicht in ihrem kurzfristigen Lernerfolg, jedoch zeigten unerfahrene Kinder mittelfristig keinen signifikanten Lernerfolg mehr, während erfahrenere Kinder weiterhin eine Verbesserung im Verhaltensbereich aufwiesen. Vorerfahrung und Affinität für Medien scheinen dazu zu führen, dass eine bedeu-

---

<sup>78</sup> Korrelation von Vorwissen und selbsteingeschätzten Kenntnissen: N=36,  $r=-.70^{***}$  (vgl. Anhang A52)

tungsvolle Verarbeitung erleichtert und somit die mittelfristige Lernleistung gefördert wird.

Wie bei den kurzfristigen Wissensveränderungen sind erneut die *motivationsrelevanten Erlebensqualitäten* wichtigere Prädiktoren für den Lernerfolg als das *situationale Interesse*. Da es sich um einmalige und kurzfristige Zustände handelt, ist es nicht verwunderlich, dass sich nicht alle Variablen für die mittelfristige Prognose eignen. Sowohl das Kompetenzerleben als auch die Catch-Komponente des situationalen Interesses sind nur für das kurzfristige Lernen signifikante Prädiktoren. Hingegen ist das Wohlfühlen in der Nutzungssituation sowohl kurz- als auch mittelfristig relevant. Der subjektive Lernerfolg trägt nur mittelfristig zur Varianzaufklärung bei. Obwohl sich das motivationsrelevante Erleben eher auf kurzfristige Zustände und Prozesse bezieht, kann diese Variablengruppe einen geringen Teil der Varianz des mittelfristigen Lernerfolgs aufklären.

Die *kognitiven Lernaktivitäten* tragen entgegen den Hypothesen sowohl kurz- als auch mittelfristig nur bedingt und als negative Prädiktoren zur Erklärung der Varianz der Wissensveränderungen bei. Waren es kurzfristig die nachvollziehenden Lernaktivitäten, die einen negativen Prädiktor darstellten, sind es mittelfristig die organisierenden Lernaktivitäten. Von mehreren Autoren werden Probleme der Operationalisierung und retrospektiven Erfassung des Konstrukts benannt, durch die meist keine Zusammenhänge zwischen Lernaktivitäten/Lernstrategien und Lernerfolg festgestellt werden konnten (vgl. Artelt, 2000; Dittmar, 2007; Seidel, 2003). Für eine befriedigende Erklärung des hier vorliegenden kontraintuitiven, negativen Zusammenhangs reicht dies jedoch nicht aus. Ein Ansatz, der bereits für die kurzfristigen Wissensveränderungen verfolgt wurde, ist die Unterforderung der Nutzer der Medienstation: Nachvollziehende und organisierende Lernaktivitäten traten häufiger bei Lernenden mit größerem Vorwissen auf, die jedoch auf Grund des Anforderungsniveaus weniger hinzulernen konnten.

Die *Nutzungsdauer* hat auch mittelfristig eine herausragende Erklärungskraft für die Wissensveränderungen zwischen MZP 1 und 3. Erstaunlich ist dabei, dass die Dauer der Nutzung mittelfristig genauso viel Varianz des Lerneffekts erklärt wie kurzfristig, nämlich rund 20%.

Der *Umfang nachfolgender Beschäftigung* und die *Veränderung des Umfangs* wurde ebenfalls geprüft, da Effekte eines Museumsbesuchs sich nicht nur in einem ausgeprägteren Wissen, sondern auch in einem erhöhten Interesse und im Idealfall in erhöhter themenspezifischer oder domänenspezifischer Aktivität niederschlagen. Für das Behalten und Abrufen von Informationen ist die wiederholte Aktivierung („Einüben“) der Gedächtnisinhalte von besonderer Bedeutung (vgl. Kapitel 3.1.2, s.a. Anderson et al., 2007; Rennie & McClafferty, 1996b). Ein signifikanter Einfluss nachfolgender Aktivitäten konnte regressionsanalytisch nicht nachgewiesen werden, allerdings setzte sich fast die Hälfte der Nutzer mit keinem der vier Themen auseinander.<sup>79</sup>

*Erinnerungen* sind Effekte des Museumsbesuchs, die selbst wiederum die Motivation und die Kenntnisse der Besucher beeinflussen können. Signifikante Zusammenhänge der Wissensveränderungen mit den episodischen Erinnerungen an die Medienstation, deren In-

---

<sup>79</sup> In der Forschungsliteratur wird davon ausgegangen, dass ein kurzer Museumsbesuch nur kurzfristige Einstellungs- und Verhaltensänderungen (oder Intentionen dazu) hervorrufen kann. Ohne nachfolgende, verstärkende Erfahrungen und Beschäftigungen fallen diese tendenziell wieder auf ihr Ausgangsniveau zurück (vgl. Anderson et al., 2007)



halte und Gestaltung waren nur bedingt festzustellen. Der einzige signifikante, positive Prädiktor sind die Erinnerungen an Erfahrungen und Erlebnisse, die einen geringen Teil der Varianz der mittelfristigen Wissensveränderungen aufklären. Es handelt sich um das am stärksten emotional gefärbte Item.

Die relevanten Prädiktoren wurden in einem *weiteren Regressionsmodell* gemeinsam getestet, um die relative Relevanz bestimmen zu können. Um die Modellgüte zu erhöhen und die Multikollinearität zu reduzieren, wurden sukzessive die am wenigsten relevanten und nicht signifikanten Prädiktoren ausgeschlossen. Das so erhaltene Modell, bestehend aus den Variablen *Selbsteingeschätzte Kenntnisse in Naturwissenschaften, Medienaffinität, Wohlfühlen, organisierende Lernaktivitäten* und *Vorwissen*, stimmte bis auf eine Variable mit dem Modell aus der Stepwise-Prozedur überein. Es wurde deutlich, dass für die Varianzaufklärung des mittelfristigen Lerneffekts sowohl dispositionale und motivationsregulierende Merkmale (Vorwissen, selbsteingeschätzte Kenntnisse, Medienaffinität) als auch situationsbezogene Prozessmerkmale (Wohlfühlen, kognitive Lernaktivitäten) und mittelfristige Merkmale (Erinnerungen an Erlebnisse und Erfahrungen) relevant sind.

Die Höhe der Varianzaufklärung des mittelfristigen Lerneffekts ist überaus erfreulich, wenn man bedenkt, dass es sich um eine Studie in einer von hoher Variabilität geprägten free-choice-Umgebung handelt und sich in der Schulleistungsforschung ähnlich hohe oder sogar niedrigere Werte finden (z.B. Dittmar, 2007; Schiefele et al., 1993). Vergleichbare Studien aus dem Museumskontext liegen der Autorin nicht vor.

### **10.3.3. Zusammenfassung zu den kurz- und mittelfristigen Lernwirkungen**

In Hinblick auf die hohe Relevanz der Natur der Naturwissenschaften für das Lernen von Naturwissenschaften und letztendlich für den Bildungsauftrag naturwissenschaftlicher Museen, wurde in der vorliegenden Studie neben den Kenntnisbereichen *Atome und Moleküle* und *Proteine und Antikörper* auch das *Modellverständnis* erhoben. Die umfangreiche Erfassung des Kenntnisstands vor der Nutzung, nach der Nutzung und drei Monate nach dem Museumsbesuch ermöglichte einen Eindruck von den kognitiven Voraussetzungen und den stattfindenden Veränderungen bei den Nutzern der Medienstation.

Entgegen den Annahmen und anderen Befunden aus Museumsstudien hatten die Besucher schon vor der Nutzung ein relativ gut ausgeprägtes Vorwissen und tendenziell angemessenen Modellvorstellungen. Insbesondere Besucher mit geringen bis mittleren Vorkenntnissen profitierten von der Nutzung, was für die Niederschwelligkeit des Angebots spricht. Das Modellverständnis verzeichnete entgegen den Hypothesen eine kleine Verbesserung, obwohl dieses Thema durch die Medienstation nicht direkt adressiert wurde und sich auf ontologisch und epistemologisch tief verankerte Theorien bezieht. Regressionsanalysen bestätigten die Annahmen, dass sich mehrere kognitive und motivationale Merkmale und Prozessvariablen für die Erklärung der Wissensveränderungen eignen. Allerdings fanden sich insbesondere bei den kognitiven Variablen (z.B. Vorwissen, selbstbezogene Kognition, kognitive Lernaktivitäten, Kompetenzerleben) erwartungswidrige negative Zusammenhänge, die als Folge einer Unterforderung bzw. Deckeneffekts interpretiert werden. Positive Prädiktoren waren hingegen insbesondere die Catch-Komponente des situationalen Interesses und die Nutzungsdauer. Diese beiden Prädiktoren werden

durch verschiedene Verfahren als die wichtigsten und stabilsten Variablen für die Varianzaufklärung identifiziert. Dies überrascht nicht in einem free-choice-Setting und ist insofern positiv zu bewerten, als dass diese Variablen über die Gestaltung von attraktiven Angeboten beeinflusst werden.

Konform mit den Hypothesen war zwischen den Messzeitpunkten 2 und 3 für die Nutzer ein tendenziell signifikanter Wissensabfall mit sehr kleiner Effektgröße zu beobachten, der auch in anderen Museumsstudien festgestellt wurde. Die Hypothesenprüfung fiel bei den beiden Nutzergruppen unterschiedlich aus. Waren bei den Non Cued Visitors keine signifikanten Veränderungen zwischen den Messzeitpunkten feststellbar, nahm das Wissen der Cued Visitors signifikant ab, dennoch waren auch hier mittelfristig signifikante Lerneffekte mit kleiner Effektgröße messbar. Die Nutzung ermöglichte nicht nur ein Verständnis der Inhalte und deren bedeutungsvolle Verarbeitung, sondern auch eine nachweisbare, mittelfristige Robustheit des vermittelten Wissens. Die Lerneffekte waren insbesondere beim Modellverständnis in Hinblick auf die Voraussetzungen der Medienstation und den Hürden für *Cognitive Change* unerwartet. Im Vergleich zu den kurzfristigen Lerneffekten waren die Unterschiede der Lerneffekte zwischen den verschiedenen Vorwissensgruppen mittelfristig geringer. Entsprechend war das Vorwissen in den Regressionsanalysen ein wenig relevanter Prädiktor. Hypothesenkonform und wie bereits bei den kurzfristigen Lerneffekten beobachtet, eigneten sich sowohl dispositionale bzw. motivationsregulierende Merkmale (Vorwissen, selbsteingeschätzte Kenntnisse in Naturwissenschaften, Medienaffinität) als auch situationale Variablen (subjektiver Lernerfolg, Wohlfühlen, Nutzungsdauer) für die Varianzaufklärung. Darüber hinaus waren die Erinnerungen signifikante Prädiktoren. Dieser letzte Befund macht deutlich, wie wichtig positiv konnotierte Erlebnisse und Erinnerungen an den Museumsbesuch für den Lernerfolg sind.

Die Varianzaufklärung des kurzfristigen und mittelfristigen Lerneffekts war erfreulich hoch, wenn man bedenkt, dass zufällige Faktoren im Museumskontext, die auch von Begleitern, fremden Besucher oder Museumspersonal ausgehen, von nicht zu unterschätzender Relevanz sind. Dennoch ist anzunehmen, dass wichtige Merkmale oder Merkmalskombinationen unberücksichtigt geblieben sind. Interessant für zukünftige Studien sind neben der Identifikation weiterer Prädiktoren und Mediator-/Moderator-Beziehungen, die Betrachtung von Merkmalskombinationen und die Segmentierung in homogenere Teilstichproben (vgl. Kapitel 10.4.2). Die Segmentierung der Nutzer entsprechend ihres Vorwissens machte deutlich, dass insbesondere bei Lernenden mit geringem und mittlerem Vorwissen ein Wissenszuwachs großer Effektgröße bestand, wohingegen Lernende mit dem höchsten Vorwissen praktisch nicht profitieren konnten. Inwiefern für Gruppen mit verschiedenen Merkmalskombinationen (Vorwissen, Interesse u.ä.) jeweils andere Prädiktoren den Lernerfolg erklären, bedarf größerer Stichproben. Die Befunde anderer Studien weisen jedoch darauf hin, dass dieser Ansatz lohnenswert sein könnte.

## 10.4. Einordnung und Ausblick

### 10.4.1. Einordnung in das Forschungsfeld

Angesichts ihrer Bedeutung für die naturwissenschaftliche Bildung einerseits und des politischen und ökonomischen Gefüges andererseits, sind Museen aufgefordert zu überprüfen, inwiefern sie mit verschiedensten Angeboten bei ihren Besuchern Interessen fördern, Verständnis für Forschungsprozesse und -produkte wecken, Verhalten und Einstellungen beeinflussen oder konzeptuelles Wissen vermitteln. Museen streben seit jeher die Verbesserung ihrer Angebote an und wenden dafür unterschiedliche Methoden der Evaluierung an. Eine auf Generalisierung und Theoriebildung ausgerichtete Forschung, die diesen evaluativen Ansatz ergänzt, ist jedoch noch relativ jung. Obwohl nach wie vor nicht von einem unabhängigen und abgegrenzten Fachbereich gesprochen werden kann, zeichnet sich ab, dass sich die Forschung verstärkt auf das Verständnis der Interaktion zwischen Lernumgebung und Individuum sowie die soziokulturellen Bedingungen konzentriert.

Die vorliegende Arbeit ist in das Gebiet der pädagogisch-psychologisch orientierten Museumsforschung einzuordnen und verfolgte unter vergleichender und längsschnittlicher Perspektive das Ziel, die bislang wenig erforschten Selektionsprozesse im Museum sowie die Nachhaltigkeit von kognitiven Wirkungen des Museumsbesuchs zu untersuchen. Im Fokus der Analyse standen nicht nur die Selektion und die Wirkung des Angebots selbst, sondern auch die Variablen, die diese beeinflussen. Umfassende Analysen zu den kognitiven und motivationalen Prozessen während und nach dem Besuch sind bislang noch nicht erfolgt, insbesondere nicht bei erwachsenen und unbetreuten Besuchern. Die vorliegenden Arbeiten konzentrierten sich zudem häufig auf einen ausgewählten Aspekt des Modells. Die Forschergruppe um Falk & Dierking stellt dabei eine Ausnahme dar. Falk & Storksdiack (2005a, 2005b) analysierten am Californian Science Center den Einfluss von zahlreichen (nicht allen) Merkmalen des *Contextual Models of Learning* auf den Wissenszuwachs. Durch die umfassende Analyse möglicher Einflussfaktoren, die in Anlehnung an das *Contextual Model of Learning* zusammengestellt wurden, möchte die Studie dazu beitragen, die in der Theorie postulierten Zusammenhänge zwischen Besuchermerkmalen und Effekten des Museumsbesuchs zu belegen. Im Vergleich zu der oben erwähnten Studie von Falk & Storksdiack und anderen Untersuchungen dieser Forschergruppe zeichnet sich die vorliegende Studie dadurch aus, dass sie den personalen Kontext, insbesondere die Motivation der Besucher sehr viel differenzierter erfasst und zwischen dem dispositionalen und situationalen Interesse unterscheidet. Aus der pädagogisch-psychologischen Unterrichtsforschung wurden weitere Variablen wie das motivationsrelevante Erleben und die selbstbezogene Kognition übernommen und wo möglich erprobte Skalen eingesetzt, um die Vergleichbarkeit der Befunde und die Qualität der Operationalisierung zu erhöhen. In Hinblick auf die Thematik der Medienstation und die ausführlich dargestellte Relevanz der Natur der Naturwissenschaften und des Modellverständnisses wurde ein Fragebogen entwickelt, der konform zu der Kritik von Autoren wie Chittenden et al. (2004), Miller (2001) oder Shamos (1995) sowohl die Kenntnis von Ergebnissen der Wissenschaft als auch das Verständnis des Forschungsprozesses und von Modellen berücksichtigt. Diese

Aspekte und deren langfristige Änderung wurden insbesondere langfristig noch nicht ausreichend detailliert untersucht (Bell et al., 2009).

Die vorliegende Studie versteht sich primär als Beitrag zur Beantwortung grundlegender Fragen zu den Effekten eines Museumsbesuchs, insbesondere zu den Einflussfaktoren auf die Nutzung von Angeboten, die situationale Motivation und das Lernen im Museum. Bezogen auf ihre relative Bedeutsamkeit für die Entstehung von Interesse und Lerneffekten sowie hinsichtlich der Interaktionen der Einflussvariablen besteht für den Museumskontext noch keine ausreichende Befundlage. Einen Baustein zur Verbesserung der Studienlage stellt diese Untersuchung dar, sie ermöglicht einen Einblick in motivationale und kognitive Prozesse beim Lernen während und nach dem Museumsbesuch. Der Fokus liegt dabei auf dem spezifischen Angebot einer Medienstation und bezieht sich auf eine (zeit- und ökonomisch bedingt) begrenzte Zahl an Versuchspersonen. Für eine Generalisierung und Bestätigung der Befunde sind demnach weitere Studien von anderen Museumsangeboten und in anderen Museen notwendig.

In Hinblick auf die erreichten und noch ausbaufähigen Varianzaufklärungen, wie sie auch Falk & Storksdieck (2005a, 2005b) berichten, kann diese Studie zum einen als Nachweis dafür gelten, wie komplex und individuell (und teilweise unvorhersehbar) die motivationalen und kognitiven Prozesse im Museum sind. Sie sollte jedoch auch dazu anregen, weitere Prädiktoren für die Erklärung motivationaler und kognitiver Kriterien zu finden, um diese zukünftig zu berücksichtigen. Für die Untersuchung wurde zwar eine möglichst breite Auswahl getroffen, jedoch finden sich in der Literatur Hinweise auf weitere wichtige Einflussfaktoren, beispielsweise die Begleiter oder die *Identity Related Visit Motivations*, auf die im Rahmen der Arbeit zugunsten eines kürzeren Fragebogens nicht eingegangen wurde. Deshalb ist festzuhalten, dass in der hier beschriebenen Untersuchung der gegenständliche und der soziokulturelle Kontext des *Contextual Models of Learning* wenig Beachtung fanden. Die im Rahmen der Arbeit als relevant identifizierten Einflussfaktoren müssen als Beitrag gesehen werden, eine unüberschaubar große Anzahl möglicher Einflussfaktoren und deren Interaktionen zu überprüfen. Eine Erfassung „aller“ im und außerhalb des Museumskontexts relevanten Faktoren wäre zwar wünschenswert, zudem sich mehr und mehr herausstellt, dass es keine vorherrschende Variable zur Erklärung der Wirkungen eines Museumsbesuchs gibt, dies ist jedoch in der Praxis nicht realisierbar und zielführend. Für die empirische Forschung ist demnach ein Abwägen zwischen einer zu starken Simplifizierung und einer zu hohen Komplexität notwendig.

Als besondere Schwierigkeit für die Interpretation der Ergebnisse gestaltete sich die Tatsache, dass es an ähnlich angelegten Studien mangelt, was nicht nur für die kognitiven und motivationalen Wirkungen selbst, sondern ganz besonders für die Einflussvariablen darauf gilt. Zudem stehen verschiedene theoretische und methodische Ansätze zumeist unverbunden nebeneinander, was die Vergleichbarkeit von Ergebnissen erschwert. Der Beitrag der Arbeit ist insofern als bedeutsam einzuschätzen, dass häufig kritisierte Fehler in der Operationalisierung, insbesondere von motivationalen Merkmalen, vermieden wurden und eine weitere Überprüfung des *Contextual Models of Learning* zur Erklärung des Lernens durchgeführt wurde. Diese Arbeit stützt in verschiedenen Punkten den bisherigen theoretischen und empirischen Forschungsstand und gibt Anhaltspunkte für die weitere Forschung.

#### 10.4.2. Reflexion des Studiendesigns

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine empirische Einzelfallstudie mit *quantitativem Ansatz*. Für die Entscheidung eine quantitative Studie mittels Fragebogen durchzuführen, war insbesondere ausschlaggebend, eine relativ hohe Anzahl an hochgradig vergleichbaren Befragungen in einer beschränkten Zeit erhalten und auswerten zu können. Zudem sind Fragebögen auch für den Besucher zeitökonomisch und intervenieren weniger stark in das Besuchserlebnis.

Die entsprechend der drei Analyseziele (Nutzung, motivationale und kognitive Effekte) aufgebaute Prä-Post-Follow-up-Untersuchung umfasst zu drei Messzeitpunkten verschiedene Vergleichsgruppen mit unterschiedlichen Befragungsbedingungen (vgl. Kapitel 6.1).

Ein Forschungsdesign mit mehreren Messzeitpunkten macht eine Messung der Veränderung erst möglich. Die Entscheidung für einen Zeitpunkt drei Monate nach dem Besuch erfolgte in Hinblick auf die Fragestellung und die kurze Nutzungsdauer der Medienstation. Welcher Zeitpunkt für die Erfassung mittelfristiger Effekte sinnvoll ist, darüber gibt es in der Forschungsliteratur keine Einigkeit. Prinzipiell entspräche ein Studiendesign mit mehreren Zeitpunkten (z.B. vorher, nachher, mittel- und langfristig, sehr langfristig) am ehesten der Sichtweise auf das Lernen als „Produkt der Zeit“. Allerdings sind Befragungen natürlicher Weise nicht Teil eines Museumsbesuchs. Teilnehmer an Prä-Post-Studien beschäftigen sich eventuell intensiver, länger oder fokussierter mit den Angeboten (Serrell, 2001). „The fact that we ask opinions or get visitors to reflect on their experiences actually changes their experiences in ways that would have ordinarily not occurred if we had not asked them.“ (Anderson et al., 2007, S. 206). Ein *cueing bias* wird von anderen Autoren wie Falk & Storksdieck (2005a) zwar als nicht wahrscheinlich erachtet, die signifikant längere Nutzungsdauer der rekrutierten Nutzer deutet jedoch recht eindeutig in diese Richtung.

Um die Datenerhebung so valide wie möglich zu gestalten, wurde ein dreistufiges Design gewählt, das bei unterschiedlichen Fragestellungen die jeweils adäquatesten Bedingungen ermöglicht. Für die Untersuchung der Nutzungsentscheidung wurden Non Cued Visitors und Nicht-Nutzer verglichen, für die Analyse motivationaler Aspekte unter natürlichen Bedingungen die Gruppe der Non Cued Visitors herangezogen und mit den rekrutierten Nutzern das Vorwissen und die kognitiven Veränderungen analysiert und diese mit den beiden anderen Studiengruppen verglichen. Die Kenntnisse der Nicht-Nutzer wurden im Museum nicht abgefragt und somit auf eine vollwertige weitere Kontrollgruppe verzichtet, dies stellte sich jedoch bei den Analysen der Wissensveränderungen als Nachteil heraus. Die Gruppe der Non Cued Visitors nutzte die Medienstation aus eigenem Antrieb unter natürlichen Bedingungen und wurde erst danach befragt. Die gleichzeitige Erhebung von Variablen oder die Erhebung nach der Intervention kann dazu führen, dass diese durch die Nutzung oder gegenseitig beeinflusst werden. Dennoch wird davon ausgegangen, dass die Vorteile überwiegen, da „echtes“ Interesse zur Auswahl und Wahrnehmung des Angebots geführt hat und die Messung des motivationsrelevanten Erlebens und des situationalen Interesses valider ist.

Die Verwendung von Kontrollgruppen ist in vielen Fällen sinnvoll, um Effekte besser beurteilen zu können, jedoch ist die Vergleichbarkeit dieser Gruppen insbesondere bei Feldstudien nicht immer leicht herzustellen und die Bewertung von Unterschieden deshalb beeinträchtigt. Für die vorliegende Untersuchung (Teilstudie 2) wurden in der Abteilung „Wissenschaftliche Chemie“ Studiengruppe rekrutiert (Cued Visitors). Diese Gruppe der Cued Visitors besteht sowohl aus potentiellen Nutzern als auch Nicht-Nutzern der Mediestation. Die Verweigerungsquote in der Cued Bedingung (Studie 2) war deutlich höher und beim Follow-up deutlich geringer als bei den anderen beiden Gruppen, weshalb anzunehmen ist, dass eine Selbstselektion stattgefunden hat (s.u.). In jedem Fall unterscheidet sich diese Gruppe in mehreren Variablen von den Non Cued Visitors und von den Nicht-Nutzern (vgl. Anhang A11). Auf Grund dieser Unterschiede kann bei abweichenden Effekten, z.B. der Erklärung des situationalen Interesses oder den Veränderungen des dispositionalen Interesses (vgl. Kapitel 10.2), nicht immer eindeutig geschlussfolgert werden, woraus diese Abweichungen resultieren: aus der Beeinflussung durch die Befragungsbedingungen oder aus den unterschiedlich ausgeprägten dispositionalen Merkmalen oder aus der gleichzeitigen Erhebung der Variablen bei den nicht-rekrutierten Nutzern. Die Untersuchungsergebnisse zeigen die Relevanz von Vergleichsgruppen (ohne Treatment, vor dem Treatment), um die Befunde adäquat bewerten zu können. Diese eher methodischen Ergebnisse der Studie sollen dafür sensibilisieren, die Befragungsbedingungen und deren Einfluss auf die Ergebnisse kritisch zu hinterfragen und das Studiendesign so wählen, dass dieser Einfluss mit Kontrollgruppen überhaupt aufgedeckt werden kann.

Selbstselektion und Drop-Out der Studienteilnehmer beeinflussen die ökologische Validität der Studienergebnisse. Da eine Vergleichsgröße, d.h. eine Untersuchung der soziodemographischen, kognitiven und motivationalen Merkmale der Besucher der Chemieabteilung des Deutschen Museums nicht vorlag, ist die Bewertung, inwiefern die Studienteilnehmer diesem Publikum entsprechen, nur eingeschränkt möglich. Zudem hätte dafür das zahlenmäßige Verhältnis von Nutzern und Nicht-Nutzern genauer beachtet werden müssen, was nicht Gegenstand dieser Studie war.

Die höhere Verweigerer-Quote bei der Cued-Studie und die Unterschiede zwischen Nutzern mit langem und kurzem Fragebogen weisen darauf hin, dass die Entscheidung für oder gegen eine Teilnahme an einer Befragung im Museum von noch nicht ausreichend erforschten Variablen abhängt. Neben der Befragungslänge sind hier Merkmale wie die Begleitsituation, die Besuchsphase und geplante Besuchsdauer, aber auch motivationale und kognitive Merkmale Prädiktoren für die Bereitschaft. Diejenigen Nutzer, die nur bereit waren den kürzeren Fragebogen ohne Prozessvariablen auszufüllen, waren über ihre im Mittel kürzere Nutzungsdauer hinaus weniger interessiert, schätzten sich als weniger kenntnisreich und weniger medienaffin ein (vgl. Anhang A17 und A18). Ähnlich verhält sich dies bei der Follow-up-Studie (vgl. Anhänge A19 bis A21): Studienteilnehmer schätzten ihre Kenntnisse und ihr Interesse tendenziell höher ein Nicht-Teilnehmer am Follow-up. Der Anteil an Teilnehmern an der Follow-up-Studie war bei den rekrutierten Nutzern deutlich höher als in den anderen beiden Bedingungen (nicht rekrutierte Nutzer und Nicht-Nutzer) – die Selbstselektion fand in dieser Gruppe auf Grund der längeren Untersuchung vermutlich bereits vor der Teilnahme statt. Während die Selbst-Selektivität ein

nur schwer lösbares Problem darstellt, sollte dem Drop-Out mit einer Vergrößerung der Ausgangs-Stichprobe begegnet werden. Der geringe Stichprobenumfang führte für die vorliegende Studie und die meisten mittelfristigen Analyseziele zu methodologischen Herausforderungen: Die Verwendung multivariater statistischer Verfahren führt bei kleinen Stichproben zu einer geringeren Modellgüte und verringerten Stabilität der Befunde. In zukünftigen Studien sollte deshalb auf größere Stichproben und daraus folgend, höhere statistische Power geachtet werden. Diese würde es ermöglichen, die Ergebnisse der regressionsanalytischen Befunde mittels Strukturgleichungsmodellen abzusichern, mehrere Interaktionseffekte simultan zu untersuchen und komplexe Zusammenhänge besser darzustellen.

“Certainly it is possible that both the effects we saw and those we did not were attributable to our abilities to appropriately measure them. In fact, validly and reliably operationalizing and measuring all of these factors remains a challenge” (Falk & Storcksdieck, 2005a, S. 770). Die inhaltliche Validität und Konstruktvalidität, insbesondere bei der Erhebung der Kenntnisse, wurde bei der vorliegenden Studie dadurch gesichert, dass ein Wissensfragebogen auf die spezifischen Inhalte des Angebots, d.h. der Medienstation zugeschnitten wurde (Bell et al., 2009; Rennie & McClafferty, 1996b; Shapiro, 2004). Hierfür wurden verschiedene Fragebögen aus mehreren Studien zur Natur der Naturwissenschaften, dem Modellverständnis oder zum Verständnis der kleinsten Teilchen herangezogen und die Items auf ihre Nützlichkeit und Übertragbarkeit für den spezifischen Kontext geprüft. Die enge Zusammenarbeit mit der Kuratorin sowie verschiedenen Fachwissenschaftlern bei der Konstruktion des Wissensfragebogens sollte sicherstellen, dass die „richtigen“ Fragen gestellt werden (Passung mit den Zielen der Kuratoren und Abbildung möglicher Effekte der Medienstation). Besonders wichtig für diesen Schritt war die Definition der Vermittlungsziele der Medienstation – ein Schritt, der in der Gestaltung von Ausstellungen und Angeboten häufig zu kurz kommt. Es zeigte sich zudem, dass in unterschiedlichen Fachbereichen häufig nicht das gleiche Verständnis zu naturwissenschaftlichen Begriffen und Konzepten besteht, ganz abgesehen vom Verständnis einer Gruppe ebenfalls befragter Geisteswissenschaftler. Mit Unterstützung dieses Expertengremiums wurden die Items so geschärft, dass ein Konsens über die Antworten möglich war. Über die Anlehnung an vorhandene Fragebögen zu ähnlichen Themen und die Expertenbefragung hinaus wurden Pretests mit Besuchern durchgeführt, bei denen insbesondere Probleme bei der Beantwortung identifiziert wurden. Zusätzliche qualitative Vorstudien, z.B. mit Fokus-Gruppen, wurden nicht durchgeführt, könnten jedoch die Validität stichhaltig belegen.

Für eine Analyse von Lernervorstellungen zu Atomen, Molekülen und Proteinen, deren makroskopischer Attribute und Verhalten sowie des domänenspezifischen Modellverständnisses wurde der Fragebogen nicht konzipiert. Er sollte insbesondere ermöglichen, die Veränderungen einzelner Aspekte zu erfassen, die mehr oder weniger konkret in der Medienstation thematisiert wurden. Für diesen Zweck und zur Analyse von Einflussfaktoren wurden Skalen gebildet. Eine Analyse auf Item- und auf Besucher-Ebene fand auf Grund der abweichenden Zielsetzung nicht statt, so dass keine Aussagen über typische Antwortprofile, über vorhandene oder entstandene alternative oder über synthetische

Vorstellungen gemacht werden können (vgl. Kapitel 3.3.2). Eine detailliertere Auswertung der Items würde erlauben, zu prüfen, inwiefern einzelne Konstrukte durch die Nutzung der Medienstation positiv, nicht oder sogar negativ beeinflusst werden und bei welchen Besuchern mit welchen Vorstellungen eine Veränderung eintrat. Eine solche Analyse wäre ein lohnendes, aber die Zielsetzung und den Umfang dieser Arbeit sprengendes Unterfangen, wie eine erste und explorative Betrachtung der Item-Ebene zeigte (vgl. Anhang A61). Zwei Items wiesen beispielsweise nach der Nutzung eine negative Entwicklung auf, wenngleich diese nicht signifikant war: die Sichtbarkeit von Atomen mit Lichtmikroskopen und die Beschränkung des Schlüssel-Schloss-Prinzips auf Antikörper. Die Zustimmung zu dem Item „Atome haben keine Farbe“ stieg mittelfristig signifikant an, was ein Hinweis auf eine nachträgliche Konsolidierung bzw. Vorstellungsänderung sein könnte. Auf Grund der Relevanz der Modellvorstellungen für das Verständnis naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und Prozesse sollten kommende Untersuchungen diesen Aspekt genauer in den Blick nehmen. Detaillierte Kenntnisse über problematische Vorstellungen des Museumspublikums könnten gewinnbringend für die Gestaltung von Ausstellungsangeboten berücksichtigt werden.

#### **10.4.3. Weitere Ansätze und Hinweise für zukünftige Forschung**

Ein offensichtlicher Forschungsbedarf ist die ausstehende quantitativ-empirische Überprüfung des Wirkungsgeflechts der Variablen des *Contextual Models of Learning* mittels systematischer Grundlagenforschung. Eine systematische und repräsentative Datenerhebung wie sie etwa die PISA-Studien für die Schulforschung darstellen, ist jedoch dadurch praktisch unmöglich, dass Museen und Ausstellungen annähernd so heterogen sind wie die Museumsbesucher. Um Befunde sowohl zur Qualität von Angeboten als auch zu motivationalen und kognitiven Prozessen umfassend einordnen zu können, bedarf es zumindest einer größeren Anzahl methodisch vergleichbarer Studien in unterschiedlichen Museumstypen, zu unterschiedlichen Angebotsarten und mit unterschiedlichem Museumspublikum. Insgesamt ist das Lernen von Erwachsenen in informellen Kontexten ein noch auszubauender Forschungsbereich (vgl. Kraft, 2006; Venth, 2006). Auffallend ist auch die geringe Zahl an veröffentlichten Studien jüngerer Datums zur Nutzung von stationären Medienanwendungen in Museen. Da die Verbreitung neuer Medien im Alltag der Besucher seit den überwiegend in den 90er Jahren durchgeführten Studien deutlich zugenommen hat, besteht hier weiterer Forschungsbedarf. Aufgrund der Ausrichtung auf eine spezifische Medienstation sind zudem zur Überprüfung und zur Generalisierung der Resultate weitere Untersuchungen mit anderen Ausstellungsangeboten angemessen.

Die vorgestellten Befunde zur Wahl von Angeboten, der Veränderung der Interessen, der selbstbezogenen Kognition und dem Vergessen von Gelerntem unterstreichen ebenso wie die Befunde zu nachfolgenden Beschäftigungen, zu Erinnerungen und der Bewertung der Nützlichkeit der Inhalte, dass eine zeitliche Ausdehnung von Museumsstudien auf den Zeitraum vor und nach dem Museumsbesuch notwendig und sinnvoll ist. Forschungsdesiderate sind nicht nur die Überprüfung dieser Zusammenhänge in anderen Kontexten (Museums- und Ausstellungstypen sowie Themenbereichen mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden), sondern auch inwiefern sich bestimmte Variablen (situationales Interesse, motivationsrelevantes Erleben) und explizit darauf ausgerichtete Maßnahmen (z.B.



der Abruf von im Museum gespeicherten Inhalten) auf die nachfolgenden Beschäftigungen und Interessen auswirken. Episodische Erinnerungen werden innerhalb der Museen häufig nicht als relevante Wirkungen eines Museumsbesuchs aufgefasst. Allerdings sind Erinnerungen an Inhalte langfristig weniger stabil als Erinnerungen an (soziale) Kontexte und Ereignisse, die Besucher mit sich selbst oder mit Besuchszielen in Verbindung bringen konnten (Anderson, 2003). Mittelfristig erinnerten sich die Teilnehmer der vorliegenden Studie gut an den Museumsbesuch. Je spezifischer gefragt wurde, d.h. nach Erinnerungen an die Chemieabteilung oder die Medienstation, desto weniger Erinnerungen waren vorhanden. Beispielsweise blieb die Gestaltung der Medienstation stärker im Gedächtnis als deren Inhalte, aber auch als die Erfahrungen während der Nutzung. Positive Erinnerungen sind jedoch nicht nur ein Wert an sich, sie beeinflussen zudem die Einstellung zu Museen und damit die Wahrscheinlichkeit zukünftiger Besuche sowie die generelle Bereitschaft, sich mit dem Thema weiter zu beschäftigen. Gegenstand weiterer Studien sollte es daher sein, detaillierter zu untersuchen, was erinnert wird und durch welche Faktoren (z.B. situationales Interesse, Emotionen, soziale Interaktionen, Passung mit *Identity Related Visit Motivations*) die Erinnerungen beeinflusst werden. Wenn mehr über diese Mechanismen bekannt ist, können Museen ihre Angebote im Idealfall darauf ausrichten.

In der vorliegenden Studie wurde untersucht, inwiefern die Ziele des Museums erfüllt werden, konkret: das Interesse und die Kenntnisse der Besucher zu fördern und Angebote zu schaffen, die diese Ziele unterstützen. In Zukunft sollte die Perspektive des Besuchers auf den Lernort Museum noch stärker berücksichtigt werden, d.h. die individuellen Ziele und Bedürfnisse und deren Befriedigung sowie die individuellen Lerneffekte. Ein Aspekt in einem naturwissenschaftlichen Museum kann die Erfassung der Nützlichkeit der angebotenen Inhalte für den Alltag sein, wie sie in der vorliegenden Studie im Follow-up-Test erfolgt ist.<sup>80</sup> Ein von Falk (2006) vorgeschlagener Weg hierfür sind die *Identity Related Visitor Motivations*. Allgemeiner gesprochen könnte ein biographischer Ansatz helfen, den Museumsbesuch und seine unterschiedlichen Effekte durch die Erfassung von Vorerfahrungen, Zielen/Motivationen und nachfolgenden Ereignissen besser zu verstehen. Methodisch gesehen sind offene Befragungsmethoden geeignet, um nicht antizipierte Wirkungen auf den Besucher zu erfassen. Nach Falk & Storcksdieck (2005a, S. 118) ist einer der häufigsten Fehler bei der Untersuchung von Lernerfolgen im Museumsbereich die Orientierung an schulischen Modellen, d.h. die Messung von spezifischem und vorab definiertem Wissen in Anlehnung an die präsentierten und damit erlernbaren Informationen (*absorption-transmission model*). Auf Grund des *free-choice*-Charakters der Lernumgebung Museum, kommen Selektionsmechanismen noch stärker zum Tragen als im Unterricht. Als eine der größten Herausforderungen wird deshalb die Entwicklung von handhabbaren, evidenz-basierten Instrumenten angesehen, da diese eine sehr große Bandbreite an Lernwirkungen abdecken müssen (Bell et al., 2009; Falk & Dierking, 2000; Mar-

---

<sup>80</sup> Für 80% der Besucher waren die Inhalte der Chemieabteilung nützlich, die Bewertung der Inhalte der Medienstation (Nutzer) war mit 74% etwas niedriger. Bei genauerer Betrachtung wird deutlich, dass in beiden Fällen die Kategorien oft und sehr oft nur von einem relativ kleinen Teil (10-20% der Antworten entfielen auf oft und sehr oft) gewählt wurden. Das Kriterium der Nützlichkeit kann kein singuläres oder primäres Kriterium für die Gestaltung von Museen sein, jedoch sollte die subjektive Relevanz für den Besucher nicht außer Acht gelassen werden.

tin, 2004). In dieser Studie wurde einigen der daraus resultierenden Fallstricke begegnet, indem die Medienstation als klar abzugrenzendes Studienobjekt gewählt wurde und damit bis zu einem gewissen Grad die möglichen Inhalte kontrolliert wurden.<sup>81</sup> Auf Grund der selbstbestimmten und individuellen Nutzung der Medienstation ist eine Übereinstimmung von Fragebogeninhalten mit den tatsächlich wahrgenommenen Themenbereichen nicht vollständig zu gewährleisten. Es ist deshalb wahrscheinlich, dass weitere, nicht erfasste Lernprozesse stattgefunden haben. Falk & Storksdieck (2005a, 2005b) fanden beispielsweise heraus, dass drei verschiedene Messverfahren den Lernerfolg unterschiedlicher Besuchern mehr oder weniger gut erfassten. Die Kombination von fokussierten quantitativen und offenen qualitativen Messmethoden wie strukturierte Interviews, Mapping-Methoden kann demnach als bestes Verfahren angesehen werden, um den Lernerfolg umfassend zu bestimmen. Sollen aus zeitökonomischen Gründen ausschließlich Fragebögen eingesetzt werden, können diese Methoden in Vorstudien Verwendung finden, um Fragebögen gezielter zu konzipieren. Allerdings sollte auch auf die Nachteile von qualitativen Untersuchungsmethoden für ein Prä-Post-Design hingewiesen werden: Post-Test-Antworten waren in der Studie von Falk & Storksdieck (2005a) häufig kürzer und weniger ausführlich als die Prä-Test-Antworten. Die höher vorgebildeten Besucher waren offensichtlich nicht bereit, die Antworten aus dem Vortest ausführlich zu wiederholen, weshalb die Forscher in den beiden qualitativen Messungen (offene Fragen und *Personal Meaning Mapping*) signifikante Rückgänge verzeichneten. Hingegen wurden bei den Multiple-Choice-Fragen signifikante Wissenszuwächse festgestellt. Diese Tatsache wurde erst durch den *Multi-Method-Ansatz* der Forscher aufgedeckt.

Eine objektive Erfassung der Qualität der Nutzung, beispielsweise durch die Dokumentation der ausgewählten Menüs und Themenbereiche oder inhaltliche Diskussionen mit Begleitern, waren in der vorliegenden Studie nicht möglich. Beobachtungsprotokolle und Logfiles wurden zwar erstellt, jedoch nur für die Auswertung der Nutzungsdauer genutzt. Die Generierung von Nutzerprofilen und die Auswertung der Beobachtungsprotokolle würde es ermöglichen nicht nur die Dauer, sondern die Qualität der individuellen oder kooperativen Auseinandersetzung als Einflussfaktoren zu berücksichtigen. Die Erstellung von Seitennutzungsstatistiken und Nutzungsprofilen könnte zudem das Lernpotential eines Angebots besser darstellen bzw. Verbesserungsbedarf aufzeigen (Abbrüche, selten aufgerufene Inhalte etc.). Hierfür ist jedoch in den meisten Fällen die Unterstützung von Fachleuten notwendig, um Auswertungsroutinen zu programmieren.

Die Analyse-Ebene der vorliegenden Studie war der einzelne Besucher, wenngleich ein Effekt der Begleitsituation angenommen wurde und deshalb mit zwei unterschiedlichen Messungen erfasst wurde (Begleitsituation; Wohlfühlen in der Nutzung allein oder mit anderen). Während in der Unterrichtsforschung Mehr-Ebenen-Verfahren aus nachvollziehbaren Gründen weit verbreitet sind (Schüler – Klasse – Schule – Bundesland – Land), ist in der Museumsforschung die Untersuchung des Besuchererlebnisses eines einzelnen

---

<sup>81</sup> Die Nutzungsdauer und auch die Nicht-Nutzung wurden erhoben, nicht jedoch die einzelnen Bereiche der Medienstation, d.h. die Abhängigkeit des Lernerfolgs von der konkreten Themenwahl wurde nicht untersucht (s.u.).

Besuchers an der Tagesordnung. Mehr und mehr stellt sich jedoch die Frage, inwiefern größere Untersuchungseinheiten, insbesondere Besuchsgruppen wie Familien, Klassen, aber auch Communities berücksichtigt werden können. Insbesondere die Ausweitung des Untersuchungsrahmens auf die Ebene der Besuchsgruppe scheint auf Grund der großen Relevanz des sozialen Kontextes beim Besuch (Falk & Dierking, 1992; Rennie & Johnston, 2004) und der sozialen Interaktion für den Wissenserwerb (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1998) geboten. Insbesondere der Einfluss anderer Besucher – Begleiter und Fremde – ist nicht zu unterschätzen, sowohl während der Nutzung, beispielsweise für die Wahl der einzelnen Menüs oder durch die Gespräche über die Inhalte, als auch für den Abbruch der Betrachtung. Eine Untersuchung auf Ebene der Besuchsgruppe und die Berücksichtigung externer Einflussfaktoren könnte die Varianzaufklärung und den Erkenntnisgewinn noch einmal erheblich steigern. Allerdings sind diese Faktoren nur schwerlich durch das Museum zu beeinflussen – mit der Ausnahme von Angeboten, die explizit darauf ausgerichtet sind, verschiedene Museumsbesucher zur Kooperation anzuregen.

Ausgehend von einer schwachen Varianzaufklärung der Effekte des Museumsbesuchs stellte die Forschergruppe um Falk & Dierking in Frage, ob es überhaupt sinnvoll ist, das Museumspublikum als homogene Gruppe aufzufassen, deren Museumsbesuch und Lernerfolge von den gleichen Variablen beeinflusst werden. Auf der Suche nach sinnvollen Kriterien für eine Segmentierung testeten sie mehrere Variablen und Kombinationen. Falk & Storksdiack (2005a, 2005b) klärten über die Unterteilung der Stichprobe in Untergruppen mittels Vorwissen, Interesse bzw. der Kombination dieser beiden Variablen deutlich höhere Varianzanteile des kurzfristigen Lernens auf als für die Gesamtstichprobe. In einer späteren Studie fokussierten sie sich für die Erklärung mittelfristiger Lernerfolge auf die Rolle der *Identity Related Visit Motivation* (z.B. *Facilitator, Explorer*). Falk & Storksdiack (2010, S. 210) kommen darin zu dem Schluss: „One possible strategy for both better making sense of and enhancing the educational outcomes of these settings lies in being able to meaningfully segment visitors as a function of their identity related needs.“ Eine solche Segmentierung sollte schon aus Gründen der notwendigen Stichprobengröße in den Subgruppen von vornherein geplant und bei der Stichprobengewinnung berücksichtigt werden. Für die vorliegende Studie war eine Post-Hoc-Segmentierung auf Grund der zu geringen Stichprobengröße nicht möglich.

Gleichwohl es nicht das Ziel dieser Forschungsarbeit war konkrete Gestaltungshinweise für zukünftige Ausstellungen zu liefern, wurde im Rahmen der ersten Evaluationsstudie, den Besucherbeobachtungen und den Prozessanalysen, Erkenntnisse gewonnen, die zu einer Überarbeitung der Medienstation vor Installation in der Ausstellung Zentrum Neue Technologien führten. Eine Beobachtung war, dass die Medienstation gerne von mehreren Besuchern gemeinsam genutzt wurde. Dies ist nicht überraschend, da Museumsbesuche meist in Begleitung erfolgen. Das single-user-Design der Medienstation trug diesem Fakt jedoch nicht speziell Rechnung. Die geringe Berücksichtigung und Förderung sozialer Interaktion und Eingebundenheit wurde von Csikszentmihalyi & Hermanson (1995) als eines der wichtigsten Defizite der Museen bezeichnet. Diese Kritik hat bis heute ihre Gültigkeit nicht verloren. Angebote wären dem Kontext angemessener, wenn mehrere Besucher gemeinsam und gleichwertig aktiv werden können. Sie könnten auch dazu anregen,

mit fremden Besuchern in Austausch zu treten, was auch den Einzelbesuchern zugutekommt.

Über diese speziellen Hinweise hinausgehend, kann aus den Ergebnissen der Studie generell geschlossen werden, dass die Passung der Bedürfnisse, Erwartungen und Dispositionen der Besucher zum musealen Angebot von höchster Relevanz ist. Daraus abgeleitet soll an dieser Stelle betont werden, wie wichtig es ist, nicht nur die begründeten Intentionen des Museums, sondern die Besucher mit ihren individuellen Merkmalen, Zielen und Erfahrungen zu jedem Zeitpunkt der Entwicklung zu berücksichtigen, sowohl für Untersuchungen von Effekten des Museumsbesuchs als auch für die Gestaltung musealer Angebote.



# ANHANG

<b>FRAGEBÖGEN</b> .....	<b>3</b>
A1. Fragebogen Non Cued Visitors .....	4
A2. Fragebogen Nicht-Nutzer.....	8
A3. Fragebogen Cued Visitors (Prä-Test).....	10
A4. Fragebogen Cued Visitors (Post) .....	12
A5. Fragebogen Follow-up.....	15
<b>ERGÄNZENDE ANALYSEN</b> .....	<b>20</b>
A6. Faktorenstruktur Skala Situationales Interesse (NC) .....	20
A7. Faktorenstruktur Skala Situationales Interesse (CU) .....	20
A8. Lösungswahrscheinlichkeiten Skala Kenntnisse und Vorstellungen (CU).....	21
A9. Lösungswahrscheinlichkeiten Skala Kenntnisse und Vorstellungen (NC-I) .....	22
A10. Lösungswahrscheinlichkeiten Skala Kenntnisse und Vorstellungen (NC-k, NN, NC) zum MZP 3.....	23
A11. Unterschiede zwischen CU und NC-k/NC-I (MZP 1/2) .....	24
A12. Unterschiede zwischen CU und NC-k/NC-I (MZP 1/2) Follow-up-Teilnehmer .....	25
A13. Unterschiede zwischen CU und NC-k/NC-I (MZP 3) .....	26
A14. Unterschiede zwischen CU und NC-I (MZP 1/2) .....	27
A15. Unterschiede zwischen CU und NC-I (MZP 1/2) Follow-up-Teilnehmer .....	28
A16. Unterschiede zwischen CU und NC-I (MZP 3).....	29
A17. Unterschiede zwischen NC-I und NC-k (MZP 2).....	30
A18. Unterschiede zwischen NC-I und NC-k (MZP 3).....	31
A19. Unterschiede zwischen Follow-up-Teilnehmern und Nicht-Teilnehmern NC-I.....	32
A20. Unterschiede zwischen Follow-up-Teilnehmern und Nicht-Teilnehmern CU.....	33
A21. Unterschiede zwischen Follow-up-Teilnehmern und Nicht-Teilnehmern NN.....	34
A22. Museumsspezifische Motivation als Einflussfaktor auf sit. Interesse-Catch (CU).....	35
A23. Museumsspezifische Motivation als Einflussfaktor auf sit. Interesse-Hold- (CU) .....	35
A24. Zusammenhang: selbstbezogene Kognition und situationales Interesse (CU) .....	35
A25. Zusammenhang: dispositionales und situationales Interesse (CU) .....	36
A26. Zusammenhang: wahrgenommene Instruktionsqualität und sit. Interesse (NC) .....	36
A27. Zusammenhang: wahrgenommene Instruktionsqualität und sit. Interesse (CU) .....	36
A28. Wahrgenommene Instruktionsqualität als Einflussfaktor auf die Catch-Komponente des situationalen Interesses (CU).....	37
A29. Wahrgenommene Instruktionsqualität als Einflussfaktor auf die Hold-Komponente des situationalen Interesses (CU).....	37
A30. Zusammenhang: emotionales Erleben und sit. Interesse (CU) .....	37
A31. Emotionales Erleben als Einflussfaktor auf die Catch-Komponente des situationalen Interesses (CU) .....	38
A32. Emotionales Erleben als Einflussfaktor auf die Hold-Komponente des situationalen Interesses (CU) .....	38
A33. Zusammenhang: kognitive Lernaktivitäten und situationales Interesse (CU) .....	38
A34. Kognitive Lernaktivitäten als Einflussfaktoren auf die Catch-Komponente des situationalen Interesses (CU) .....	39
A35. Kognitive Lernaktivitäten als Einflussfaktoren auf die Hold-Komponente des situationalen Interesses (CU) .....	39
A36. Stepwise-Regressionsmodelle für sit. Interesse-Catch (CU) .....	39
A37. Stepwise-Regressionsmodelle für sit. Interesse-Hold (CU) – ausgewählte Variablen	40
A38. Stepwise-Regressionsmodelle für für sit. Interesse-Hold (CU) – alle Variablen .....	40
A39. Zusammenhang: Wissensveränderungen, Vorwissen, selbstbez. Kognition, Interesse, emot. Erleben und sit. Interesse, kog. Lernaktivitäten und Nutzungsdauer (CU)	41
A40. Zusammenhang zwischen Wissen MZP 2, selbstbez. Kognition, Interesse, emot. Erleben und sit. Interesse, kog. Lernaktivitäten und Nutzungsdauer (NC) .....	42

A41.	Mittelfristige Veränderung des Interesses an Naturwissenschaften (CU).....	43
A42.	Mittelfristige Veränderung des Interesses an Naturwissenschaften (NC).....	43
A43.	Mittelfristige Veränderung des Interesses an Naturwissenschaften (NN) .....	43
A44.	Einflussfaktoren auf die Veränderung des dispositionalen Interesses (NC).....	44
A45.	Einflussfaktoren auf die Veränderung des dispositionalen Interesses (CU).....	44
A46.	Mittelfristige Veränderung der selbstbezogenen Kognition (CU) .....	45
A47.	Mittelfristige Veränderung der selbstbezogenen Kognition (NC-I) .....	45
A48.	Mittelfristige Veränderung der selbstbezogenen Kognition (NN) .....	45
A49.	Mittelfristige Wissensveränderungen (CU MZP 2-3) .....	45
A50.	Mittelfristige Wissensveränderungen (NC-I MZP 2-3) .....	46
A51.	Wissensveränderungen unterschiedlicher Vorwissensgruppen (CU FU).....	46
A61.	Explorativer Exkurs zu den Modellvorstellungen.....	51

# FRAGEBÖGEN



**Liebe Besucherinnen und Besucher,**  
*Im Folgenden geht es um Ihre Erfahrungen und Ihre Einschätzung der Ausstellungseinheit. Kreuzen Sie bitte immer nur eine Antwortmöglichkeit an und versehen Sie keine Fragen auszulassen. Vielen Dank für Ihre Unterstützung!*

I Inwieweit treffen die folgenden Aussagen auf Ihre Erfahrungen während der Nutzung zu?	trifft gar nicht zu		trifft völlig zu		
	1	2	3	4	5
1 Die Beschäftigung mit der Station hat mir Spaß gemacht.....	1	2	3	4	5
2 Ich möchte gerne mehr über bestimmte Inhalte erfahren.....	1	2	3	4	5
3 Die Station hat meine Aufmerksamkeit gefesselt.....	1	2	3	4	5
4 Ich möchte mich mit anderen über die Themen unterhalten.....	1	2	3	4	5
5 Ich fand die Beschäftigung mit den Inhalten der Station spannend.....	1	2	3	4	5
6 Die Station hat meine Neugier geweckt.....	1	2	3	4	5
7 Die Auseinandersetzung mit Inhalten der Station war mir wichtig.....	1	2	3	4	5
8 Es haben sich neue Fragen für mich ergeben, auf die ich gerne eine Antwort halte.....	1	2	3	4	5

II	trifft gar nicht zu		trifft völlig zu		
	1	2	3	4	5
1 Ich habe gemerkt, dass ich die Dinge verstanden habe.....	1	2	3	4	5
2 Ich fühle mich den Anforderungen gewachsen.....	1	2	3	4	5
3 Ich musste mich anstrengen, um die Inhalte zu verstehen.....	1	2	3	4	5
4 Ich habe das Gefühl etwas gelernt zu haben.....	1	2	3	4	5
5 Ich hatte die Möglichkeit, neue Inhalte eigenständig zu erkunden.....	1	2	3	4	5
6 Ich hatte das Gefühl Entscheidungsspielräume zu haben.....	1	2	3	4	5
7 Die Erfahrungen während der Nutzung haben meinen Wünschen für diese Station entsprochen.....	1	2	3	4	5

*Wenn die Station allein genutzt wurde:*

8 Ich fühle mich wohl dabei, die Station alleine zu nutzen..... 1 2 3 4 5

*Wenn die Station mit anderen gemeinsam genutzt wurde:*

9 Ich fühle mich wohl dabei, die Station gemeinsam mit anderen zu nutzen..... 1 2 3 4 5

III Inwieweit treffen die folgenden Aussagen auf Ihre Erfahrungen während der Nutzung zu?	trifft gar nicht zu		trifft völlig zu		
	1	2	3	4	5
1 Ich konnte die einzelnen inhaltlichen Schritte gut nachvollziehen.....	1	2	3	4	5
2 Mir waren die wesentlichen Inhalte klar.....	1	2	3	4	5
3 Mir war klar, was die neuen Begriffe und Konzepte bedeuten.....	1	2	3	4	5
4 Mir sind viele Ideen zum Thema durch den Kopf gegangen.....	1	2	3	4	5
5 Ich habe mir andere Bereiche vorgestellt, in denen die Informationen anwendbar sind.....	1	2	3	4	5
6 Ich habe mir die Inhalte an Beispielen vorgestellt.....	1	2	3	4	5
7 Ich habe versucht, Zusammenhänge zu sehen.....	1	2	3	4	5
8 Mir war klar, was bei diesem Thema besonders wichtig und was eher unwichtig ist.....	1	2	3	4	5
9 Ich habe in Gedanken das Wichtigste zusammengefasst.....	1	2	3	4	5
10 Ich wusste, wie die Inhalte aufeinander aufbauen.....	1	2	3	4	5

IV Inwieweit treffen die folgenden Eigenschaften auf die Ausstellungseinheit zu?	trifft gar nicht zu		trifft völlig zu		
	1	2	3	4	5
1 ansprechend.....	1	2	3	4	5
2 verständlich.....	1	2	3	4	5
3 benutzerfreundlich (Bedienung).....	1	2	3	4	5
4 übersichtlich (Navigation).....	1	2	3	4	5
5 informativ.....	1	2	3	4	5

V Was waren Gründe dafür, dass Sie die Nutzung der Station beendet haben?

.....

.....

# A1. Fragebogen Non Cued Visitors

Im Folgenden möchten wir erfahren an welchem Bereichen der Naturwissenschaften Sie interessiert sind und in welchen Sie Vorkenntnisse besitzen.

1	Wie groß schätzen Sie jeweils Ihre Interesse sowie Ihre Kenntnisse ein?	
	sehr gering	sehr groß
1	sehr gering	sehr groß
2	sehr gering	sehr groß
3	sehr gering	sehr groß
4	sehr gering	sehr groß

I	Interesse		Kenntnisse	
	①	②	③	④
1	①	②	③	④
2	①	②	③	④
3	①	②	③	④
4	①	②	③	④

II	Inwiefern treffen die folgenden Aussagen auf Sie zu?	
	trifft gar nicht zu	trifft völlig zu
1	trifft gar nicht zu	trifft völlig zu
2	trifft gar nicht zu	trifft völlig zu
3	trifft gar nicht zu	trifft völlig zu
4	trifft gar nicht zu	trifft völlig zu

III	Inwiefern treffen die folgenden Aussagen auf Sie zu?	
	trifft gar nicht zu	trifft völlig zu
1	trifft gar nicht zu	trifft völlig zu
2	trifft gar nicht zu	trifft völlig zu
3	trifft gar nicht zu	trifft völlig zu

IV	Wie häufig machen Sie die folgenden Dinge?	
	sehr selten	sehr oft
1	sehr selten	sehr oft
2	sehr selten	sehr oft
3	sehr selten	sehr oft

VI	Inwiefern treffen die folgenden Aussagen auf Sie zu?	
	trifft gar nicht zu	trifft völlig zu
1	trifft gar nicht zu	trifft völlig zu
2	trifft gar nicht zu	trifft völlig zu
3	trifft gar nicht zu	trifft völlig zu

Im Folgenden geht es um allgemeine Fragen zu Ihrem Besuch und zu Ihrer Person, die selbstverständlich anonym sind und vertraulich behandelt werden!

1 Was ist Ihrer Meinung nach das zentrale Thema (Inhalt) dieser Station?

.....

.....

II	Wie wichtig sind Ihnen die folgenden Aspekte für Ihren heutigen Besuch im Museum?	
	gar nicht wichtig	sehr wichtig
1	gar nicht wichtig	sehr wichtig
2	gar nicht wichtig	sehr wichtig
3	gar nicht wichtig	sehr wichtig
4	gar nicht wichtig	sehr wichtig

III	Wie gerne nutzen Sie in A usstellungen die vorhandenen Mediangebote (d.h. Computerminals, Medienstationen)?	
	gar nicht gerne	sehr gerne
1	gar nicht gerne	sehr gerne
2	gar nicht gerne	sehr gerne
3	gar nicht gerne	sehr gerne

IV	Sind Sie heute das erste Mal im Deutschen Museum?	
	ja	nein
1	ja	nein
2	ja	nein
3	ja	nein

- 4 Wie lange planen Sie sich heute im Museum aufzuhalten?  
 bis 2 Std.  bis 3 Std.  bis 4 Std.  bis 5 Std.  mehr als 5 Std.  offen
- 5 Sie sind jetzt  am Anfang  in der Mitte  am Ende Ihres Besuchs
- 7 Sind Sie alleine oder in Begleitung gekommen?  
 alleine  mit einem Erwachsenen  
 mit K.ind(em) unter 15J  mit zwei oder mehr Erwachsenen  
 Sonstiges \_\_\_\_\_  mit einer organisierten Gruppe
- 8 Ihr Geschlecht  männlich  weiblich
- 9 Ihr Alter \_\_\_\_\_
- 10 Welchen Bildungsabschluss haben Sie oder streben Sie derzeit an?  
 Hauptschule/Volksschule  Studium  
 Realschule/Mittlere Reife  Promotion  
 Lehre/Ausbildung  Sonstiges \_\_\_\_\_  
 Abitur/(Fach-)Hochschulreife
- 11 Haben Sie einen Beruf oder eine Ausbildung mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt?  
 nein  ja, und zwar \_\_\_\_\_

*Unser Ziel ist es verständliche Ausstellungen zu machen und uns zu verbessern! Bitte kreuzen Sie an wie sehr Sie den folgenden Aussagen zustimmen oder diese ablehnen. Wählen Sie ggf. die Antwortmöglichkeit "3", wenn Sie eine Frage nicht beantworten können.*

1	Atome, Moleküle	stimme nicht zu	stimme völlig zu
1	Zwischen Atomen wirken Kräfte.....	① ② ③ ④ ⑤	
2	Proteine bauen sich aus kleineren Molekülen auf.....	① ② ③ ④ ⑤	
3	Das Kugel-Stab-Modell zeigt um welche Atome es sich handelt und die Verbindungen zwischen ihnen.....	① ② ③ ④ ⑤	
4	Mit der Röntgenstrukturanalyse werden die Form und der Aufbau von Molekülen erforscht.....	① ② ③ ④ ⑤	
5	Atome sind Kugeln mit einer harten Schale.....	① ② ③ ④ ⑤	
6	Ein Molekül ist eine V. erbindung von mindestens zwei Atomen.....	① ② ③ ④ ⑤	
7	Atome haben keine Farbe.....	① ② ③ ④ ⑤	
8	Für die Funktion eines Moleküls ist seine F. om. sehr entscheidend.....	① ② ③ ④ ⑤	
9	Einzelne Atome kann man mit Lichtmikroskop sehen.....	① ② ③ ④ ⑤	

10	Die Kugelform der Atome eines Moleküls ist eine Modellvorstellung.....	stimme nicht zu	stimme völlig zu
10	Die Kugelform der Atome eines Moleküls ist eine Modellvorstellung.....	① ② ③ ④ ⑤	
11	Das Kalottenmodell veranschaulicht den Raum, den ein Molekül einnimmt.....	① ② ③ ④ ⑤	

II	Antikörper	stimme nicht zu	stimme völlig zu
1	Ein Antikörper ist ein Protein.....	① ② ③ ④ ⑤	
2	Das Schlüssel-Schloss-Prinzip findet sich nur bei Antikörpern und Fremdkörpern (Antigenen).....	① ② ③ ④ ⑤	
3	Antikörper haben wichtige Funktionen im Immunsystem.....	① ② ③ ④ ⑤	
4	Ein Fremdkörper (Antigen) passt zu einem spezifischen Antikörper wie ein Schlüssel ins Schloss.....	① ② ③ ④ ⑤	
5	Die A. bfolge der Aminosäuren im Antikörper wird durch die DNA festgelegt.....	① ② ③ ④ ⑤	

### III (Molekül-)Modelle

1	Um Molekülmodelle verstehen können, muss man ihre Darstellungsregeln lernen.....	① ② ③ ④ ⑤
2	Ein Computer-Molekülmodell zeigt wie Moleküle in Wirklichkeit sind.....	① ② ③ ④ ⑤
3	Molekülmodelle werden vor allem zur Vermittlung z.B. für Laien erstellt, weniger für die Forschung.....	① ② ③ ④ ⑤
4	Je nach Kontext und Zweck werden andere Molekülmodelle / Visualisierungen verwendet.....	① ② ③ ④ ⑤
5	Computer-Molekülmodelle erfassen alle Eigenschaften eines Moleküls.....	① ② ③ ④ ⑤
6	Für die Durchsetzung eines neuen Modells ist die Unterstützung von anderen Wissenschaftlern ebenso wichtig wie Belege.....	① ② ③ ④ ⑤
7	Wissenschaftler sind kreativ, wenn sie Daten interpretieren und neue Modelle schaffen.....	① ② ③ ④ ⑤
8	Wenn mehrere Modelle dasselbe Molekül erklären, dann ist nur eines davon richtig.....	① ② ③ ④ ⑤
9	Mit Experimenten können Wissenschaftler beweisen wie Atome und Moleküle in Wirklichkeit sind.....	① ② ③ ④ ⑤
10	Die Darstellung von Atomen und Molekülen wird sich immer wieder verändern.....	① ② ③ ④ ⑤



**Liebe Besucherinnen und Besucher,**

Unser Ziel ist es verständliche Ausstellungen zu machen und uns zu verbessern, hierfür ist es wichtig zu erfahren an welchen Bereichen der Naturwissenschaften Sie interessiert sind und in welchen Sie Vorkenntnisse besitzen. Vielen Dank!

1	Interesse		Kenntnisse	
	sehr gering	sehr groß	sehr gering	sehr groß

1	Chemie	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
2	Biologie	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
3	Physik	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
4	Naturwissenschaftl. Methoden / Verfahren	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤

1	Erforschung von Molekülen	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
2	Charakteristiken von Molekülmodellen	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
3	Rolle der DNA für Proteine	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
4	Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Molekülen	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤

III	Inwieweit treffen die folgenden Aussagen auf Sie zu?	trifft gar nicht zu	trifft völlig zu
-----	--	---------------------	------------------

1	Die Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Themen macht mir Spaß	① ② ③ ④ ⑤
2	Es macht mir Freude mich mit naturwissenschaftlichen Problemen zu beschäftigen	① ② ③ ④ ⑤
3	Ich bin daran interessiert etwas über Naturwissenschaften zu lernen	① ② ③ ④ ⑤

IV	Es gibt viele Gelegenheiten naturwissenschaftliches Wissen im Alltag anzuwenden	① ② ③ ④ ⑤
2	Naturwissenschaften sind sehr wichtig für mich	① ② ③ ④ ⑤
3	Naturwissenschaften helfen mir dabei, die Dinge um mich herum zu verstehen	① ② ③ ④ ⑤

V	Wie häufig machen Sie die folgenden Dinge?	sehr selten	sehr oft
1	Ich sehe mir Fernsehsendungen über Naturwissenschaften an	① ② ③ ④ ⑤	
2	Ich lese etwas über naturwissenschaftliche Themen in Magazinen, Zeitungen, Büchern oder im Internet	① ② ③ ④ ⑤	
3	Ich besuche naturwissenschaftliche Vorträge und Veranstaltungen	① ② ③ ④ ⑤	

VI	Inwieweit treffen die folgenden Aussagen auf Sie zu?	trifft gar nicht zu	trifft völlig zu
----	--	---------------------	------------------

1	Es fällt mir leicht, neue chemische Sachverhalte zu verstehen	① ② ③ ④ ⑤
2	Bei manchen chemischen Themen weiß ich von vornherein, dass ich sie nicht verstehen werde	① ② ③ ④ ⑤
3	Chemische Sachverhalte und Theorien liegen mir einfach nicht	① ② ③ ④ ⑤

*Im Folgenden geht es um allgemeine Fragen zu Ihrem Besuch und zu Ihrer Person, die selbstverständlich anonym sind und vertraulich behandelt werden!*

1	Wie wichtig sind Ihnen die folgenden Aspekte für Ihren heutigen Besuch im Museum?	gar nicht wichtig	sehr wichtig
---	---	-------------------	--------------

1	etwas erleben, aktiv sein	① ② ③ ④ ⑤
2	unterhalten werden, abschalten	① ② ③ ④ ⑤
3	etwas lernen, mich informieren	① ② ③ ④ ⑤
4	Zeit mit Familie/Freunden verbringen	① ② ③ ④ ⑤

II	Wie gerne nutzen Sie in Ausstellungen die vorhandenen Medienangebote (d.h. Computerterminals, Medientastaturen)?	gar nicht gerne	sehr gerne
----	--	-----------------	------------

1	Wie gerne nutzen Sie in Ausstellungen die vorhandenen Medienangebote (d.h. Computerterminals, Medientastaturen)?	① ② ③ ④ ⑤
---	--	-----------

III	Sind Sie heute das erste Mal im Deutschen Museum?	ja	nein
-----	---	----	------

1	Wenn nein: wann war der letzte Besuch?	<input type="checkbox"/> in den letzten 12 Monaten	<input type="checkbox"/> in den letzten drei Jahren	<input type="checkbox"/> noch früher
---	--	--	---	--------------------------------------

**A2. Fragebogen Nicht-Nutzer**

- 3 Wie viele Museen oder Ausstellungen haben Sie in den letzten 12 Monaten besucht?  
 weniger als fünf  mehr als fünf
- 4 Wie lange planen Sie sich heute im Museum aufzuhalten?  
 bis 2 Std.  bis 3 Std.  bis 4 Std.  bis 5 Std.  mehr als 5 Std.  offen
- 5 Sie sind jetzt  am Anfang  in der Mitte  am Ende Ihres Besuchs
- 7 Sind Sie alleine oder in Begleitung gekommen?  
 alleine  mit einem Erwachsenen  
 mit Kind(ern) unter 15J  mit zwei oder mehr Erwachsenen  
 Sonstiges \_\_\_\_\_  mit einer organisierten Gruppe
- 8 Ihr Geschlecht  männlich  weiblich
- 9 Ihr Alter \_\_\_\_\_
- 10 Welchen Bildungabschluss haben Sie oder streben Sie derzeit an?  
 Hauptschule/Volksschule  Studium  
 Realschule/Mittlere Reife  Promotion  
 Lehrer/Ausbildung  Sonstiges \_\_\_\_\_  
 Abitur/Fach-/Hochschulreife
- 11 Haben Sie einen Beruf oder eine Ausbildung mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt?  
 nein  ja, und zwar \_\_\_\_\_

**IV Bitte beantworten Sie auch die folgenden Fragen zur Medieneinheit „Die Welt der Moleküle“ hier im Eingangsbereich der Chemie-Abteilung.**

- 1 Haben Sie die Medieneinheit „Die Welt der Moleküle“ angesehen?  
 ja  nein
- 2 Was waren Gründe dafür, dass Sie diese Medieneinheit nicht bzw. nicht länger angesehen haben?  
 .....  
 .....
- 3 Was denken Sie ist das Thema (Inhalt) dieser Medieneinheit?  
 .....  
 .....

**Liebe Besucherinnen und Besucher,**

*Im Folgenden möchten wir erfahren an welchen Bereichen der Naturwissenschaften Sie interessiert sind und in welchen Sie Vorkenntnisse besitzen. Kreuzen Sie bitte immer nur eine Antwortmöglichkeit an und versuchen Sie keine Fragen auszulassen. Vielen Dank für Ihre Unterstützung!*

1	Wie groß schätzen Sie jeweils Ihre Interesse sowie Ihre Kenntnisse ein?	sehr gering	gering	sehr groß	groß	sehr groß
---	---	-------------	--------	-----------	------	-----------

	Interesse	Kenntnisse
1	Chemie.....	① ② ③ ④ ⑤
2	Biologie.....	① ② ③ ④ ⑤
3	Physik.....	① ② ③ ④ ⑤
4	Naturwissenschaftl. Methoden / Verfahren.....	① ② ③ ④ ⑤

1	Erforschung von Molekülen.....	① ② ③ ④ ⑤
2	Charakteristiken von Molekülmodellen.....	① ② ③ ④ ⑤
3	Rolle der DNA für Proteine.....	① ② ③ ④ ⑤
4	Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Molekülen.....	① ② ③ ④ ⑤

III	Inwieweit treffen die folgenden Aussagen auf Sie zu?	trifft gar nicht zu	trifft völlig zu
-----	--	---------------------	------------------

1	Die Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Themen macht mir Spaß.....	① ② ③ ④ ⑤
2	Es macht mir Freude mich mit naturwissenschaftlichen Problemen zu beschäftigen.....	① ② ③ ④ ⑤
3	Ich bin daran interessiert etwas über Naturwissenschaften zu lernen.....	① ② ③ ④ ⑤

IV	
----	--

1	Es gibt viele Gelegenheiten naturwissenschaftliches Wissen im Alltag anzuwenden.....	① ② ③ ④ ⑤
2	Naturwissenschaften sind sehr wichtig für mich.....	① ② ③ ④ ⑤
3	Naturwissenschaften helfen mir dabei, die Dinge um mich herum zu verstehen.....	① ② ③ ④ ⑤

V	Wie häufig machen Sie die folgenden Dinge?	sehr selten	sehr oft
---	--	-------------	----------

1	Ich sehe mir Fernsehsendungen über Naturwissenschaften an.....	① ② ③ ④ ⑤
2	Ich lese etwas über naturwissenschaftliche Themen in Magazinen, Zeitungen, Büchern oder im Internet.....	① ② ③ ④ ⑤
3	Ich besuche naturwissenschaftliche Vorträge und Veranstaltungen.....	① ② ③ ④ ⑤

VI	Inwieweit treffen die folgenden Aussagen auf Sie zu?	trifft gar nicht zu	trifft völlig zu
----	--	---------------------	------------------

1	Es fällt mir leicht, neue chemische Sachverhalte zu verstehen.....	① ② ③ ④ ⑤
2	Bei manchen chemischen Themen weiß ich von vornherein, dass ich sie nicht verstehen werde.....	① ② ③ ④ ⑤
3	Chemische Sachverhalte und Theorien liegen mir einfach nicht.....	① ② ③ ④ ⑤

II	Wie wichtig sind Ihnen die folgenden Aspekte für Ihren heutigen Besuch im Museum?	gar nicht wichtig	sehr wichtig
----	---	-------------------	--------------

1	etwas erleben, aktiv sein.....	① ② ③ ④ ⑤
2	unterhalten werden, abschalten.....	① ② ③ ④ ⑤
3	etwas lernen, mich informieren.....	① ② ③ ④ ⑤
4	Zeit mit Familie/Freunden verbringen.....	① ② ③ ④ ⑤

III		gar nicht gerne	sehr gerne
-----	--	-----------------	------------

1	Wie gerne nutzen Sie in Ausstellungen die vorhandenen Medienangebote (d.h. Computerterminals, Medienstationen)?.....	① ② ③ ④ ⑤
---	--	-----------

**A3. Fragebogen Cued Visitors (Prä-Test)**

Um unsere Ausstellung besser auf unsere Besucher abstimmen zu können, möchten wir gerne erfahren, wohn Sie bereits Kenntnisse besitzen. Bitte kreuzen Sie an wie sehr Sie den folgenden Aussagen zustimmen. Wählen Sie ggf. die Antwortmöglichkeit "3", wenn Sie eine Frage nicht beantworten können.

	I Atome, Moleküle	
	stimme nicht zu	stimme völlig zu
1 Zwischen Atomen wirken Kräfte.....	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
2 Proteine bauen sich aus kleineren Molekülen auf.....	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
3 Das Kugel-Stab-Modell zeigt um welche Atome es sich handelt und die Verbindungen zwischen ihnen.....	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
4 Mit der Röntgenstrukturanalyse werden die Form und der Aufbau von Molekülen erforscht.....	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
5 Atome sind Kugeln mit einer harten Schale.....	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
6 Ein Molekül ist eine Verbindung von mindestens zwei Atomen.....	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
7 Atome haben keine Farbe.....	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
8 Für die Funktion eines Moleküls ist seine Form sehr entscheidend.....	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
9 Einzelne Atome kann man mit Lichtmikroskop sehen.....	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
10 Die Kugelform der Atome eines Moleküls ist eine Modellvorstellung.....	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
11 Das Kugelmodell veranschaulicht den Raum, den ein Molekül einnimmt.....	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤

II Antikörper	
1 Ein Antikörper ist ein Protein.....	① ② ③ ④ ⑤
2 Das Schlüssell-Schloss-Prinzip findet sich nur bei Antikörpern und Fremdkörpern (Antigenen).....	① ② ③ ④ ⑤
3 Antikörper haben wichtige Funktionen im Immunsystem.....	① ② ③ ④ ⑤
4 Ein Fremdkörper (Antigen) passt zu einem spezifischen Antikörper wie ein Schlüssel ins Schloss.....	① ② ③ ④ ⑤
5 Die Abfolge der Aminosäuren im Antikörper wird durch die DNA festgelegt.....	① ② ③ ④ ⑤

III (Molekül-)Modelle		
	stimme nicht zu	stimme völlig zu
1 Um Molekülmodelle verstehen können, muss man ihre Darstellungsregeln lernen.....	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
2 Ein Computer-Molekülmodell zeigt wie Moleküle in Wirklichkeit sind.....	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
3 Molekülmodelle werden vor allem zur Vermittlung z.B. für Laien erstellt, weniger für die Forschung.....	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
4 Je nach Kontext und Zweck werden andere Molekülmodelle/Visualisierungen verwendet.....	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
5 Computer-Molekülmodelle erfassen alle Eigenschaften eines Moleküls.....	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
6 Für die Durchsetzung eines neuen Modells ist die Unterstützung von anderen Wissenschaftlern ebenso wichtig wie Belege.....	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
7 Modelle scharfen.....	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
8 Wenn mehrere Modelle dasselbe Molekül erklären, dann ist nur eines davon richtig.....	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
9 Mit Experimenten können Wissenschaftler beweisen wie Atome und Moleküle in Wirklichkeit sind.....	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
10 Die Darstellung von Atomen und Molekülen wird sich immer wieder verändern.....	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤



**Liebe Besucherinnen und Besucher,**

im Folgenden geht es um Ihre Erfahrungen und Ihre Einschätzung der Medienstation sowie um allgemeine Fragen zu Ihrem Besuch. Kreuzen Sie bitte immer nur eine Antwortmöglichkeit an und versuchen Sie keine Fragen auszulassen. Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

1	Inwieweit treffen die folgenden Aussagen auf Ihre Erfahrungen während der Nutzung zu?	trifft gar nicht zu	trifft völlig zu
1	Die Beschäftigung mit der Station hat mir Spaß gemacht.	①	⑤
2	Ich möchte gerne mehr über bestimmte Inhalte erfahren.	①	⑤
3	Die Station hat meine Aufmerksamkeit gefesselt.	①	⑤
4	Ich möchte mich mit anderen über die Themen unterhalten.	①	⑤
5	Ich fand die Beschäftigung mit den Inhalten der Station spannend.	①	⑤
6	Die Station hat meine Neugier geweckt.	①	⑤
7	Die Auseinandersetzung mit Inhalten der Station war mir wichtig.	①	⑤
8	Es haben sich neue Fragen für mich ergeben, auf die ich gerne eine Antwort hätte.	①	⑤
<b>II</b>			
1	Ich habe gemerkt, dass ich die Dinge verstanden habe.	①	⑤
2	Ich fühle mich den Anforderungen gewachsen.	①	⑤
3	Ich musste mich anstrengen, um die Inhalte zu verstehen.	①	⑤
4	Ich habe das Gefühl etwas gelernt zu haben.	①	⑤
5	Ich hatte die Möglichkeit, neue Inhalte eigenständig zu erkunden.	①	⑤
6	Ich hatte das Gefühl Entscheidungsgründe zu haben.	①	⑤
7	Die Erfahrungen während der Nutzung haben meinen Wünschen für diese Station entsprochen.	①	⑤
8	Ich hätte mich am liebsten vor der Nutzung gedrückt.	①	⑤
9	Ich war mit meinen Gedanken ganz woanders.	①	⑤
10	Ich habe mich nur darauf konzentriert, weil ich darum gebeten wurde.	①	⑤
11	Ich hätte mich ohne Aufforderung nicht damit beschäftigt.	①	⑤

III	Inwieweit treffen die folgenden Aussagen auf Ihre Erfahrungen während der Nutzung zu?	trifft gar nicht zu	trifft völlig zu
-----	---	---------------------	------------------

*Wenn die Station allein genutzt wurde:*

1	Ich fühle mich wohl dabei, die Station alleine zu nutzen.	①	⑤
<i>Wenn die Station mit anderen gemeinsam genutzt wurde:</i>			
2	Ich fühle mich wohl dabei, die Station gemeinsam mit anderen zu nutzen.	①	⑤
3	Ich konnte die einzelnen inhaltlichen Schritte gut nachvollziehen.	①	⑤
4	Mir waren die wesentlichen Inhalte klar.	①	⑤
5	Mir war klar, was die neuen Begriffe und Konzepte bedeuten.	①	⑤
6	Mir sind viele Ideen zum Thema durch den Kopf gegangen.	①	⑤
7	Ich habe mir andere Bereiche vorgestellt, in denen die Informationen anwendbar sind.	①	⑤
8	Ich habe mir die Inhalte an Beispielen vorgestellt.	①	⑤
9	Ich habe versucht, Zusammenhänge zu sehen.	①	⑤
10	Mir war klar, was bei diesem Thema besonders wichtig und was eher unwichtig ist.	①	⑤
11	Ich habe in Gedanken das Wichtigste zusammengefasst.	①	⑤
12	Ich wusste, wie die Inhalte aufeinander aufbauen.	①	⑤

IV	Inwieweit treffen die folgenden Eigenschaften auf die Ausstattungsmerkmale zu?	trifft gar nicht zu	trifft völlig zu
----	--	---------------------	------------------

1	ansprechend	①	⑤
2	verständlich	①	⑤
3	benutzerfreundlich (Bedienung)	①	⑤
4	übersichtlich (Navigation)	①	⑤
5	informativ	①	⑤

V	Was waren Gründe dafür, dass Sie die Nutzung der Station beendet haben?
---	---

.....

**A4. Fragebogen Cued Visitors (Post)**

**1 Was ist Ihrer Meinung nach das zentrale Thema (Inhalt) dieser Station?**

.....  
 .....

*Im Folgenden geht es um allgemeine Fragen zu Ihrem Besuch und zu Ihrer Person, die selbsterständlich anonym sind und vertraulich behandelt werden!*

- 1 Sind Sie heute das erste Mal im Deutschen Museum?  
 ja  nein
- 2 Wenn nein: wann war der letzte Besuch?  
 in den letzten 12 Monaten  in den letzten drei Jahren  noch früher
- 3 Wie viele Museen oder Ausstellungen haben Sie in den letzten 12 Monaten besucht?  
 weniger als fünf  mehr als fünf
- 4 Wie lange planen Sie sich heute im Museum aufzuhalten?  
 bis 2 Std.  bis 3 Std.  bis 4 Std.  bis 5 Std.  mehr als 5 Std.  offen
- 5 Sie sind jetzt  am Anfang  in der Mitte  am Ende Ihres Besuchs
- 7 Sind Sie alleine oder in Begleitung gekommen?  
 alleine  mit einem Erwachsenen  
 mit Kind(ern) unter 15J  mit zwei oder mehr Erwachsenen  
 Sonstiges: \_\_\_\_\_  mit einer organisierten Gruppe
- 8 Ihr Geschlecht  männlich  weiblich
- 9 Ihr Alter \_\_\_\_\_
- 10 Welchen Bildungsabschluss haben Sie oder streben Sie derzeit an?  
 Hauptschule/Volksschule  Studium  
 Realschule/Mittlere Reife  Promotion  
 Lehre/Ausbildung  Sonstiges: \_\_\_\_\_  
 Abitur/(Fach-)Hochschulreife
- 11 Haben Sie einen Beruf oder eine Ausbildung mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt?  
 nein  ja, und zwar \_\_\_\_\_

*Unser Ziel ist es nicht Sie zu testen, sondern verständliche Ausstellungen zu machen und uns zu verbessern!  
Bitte kreuzen Sie an wie sehr Sie den folgenden Aussagen zustimmen. Wählen Sie ggf. die Antwortmöglichkeit "3", wenn Sie eine Frage nicht beantworten können. Vielen Dank!*

	I Atome, Moleküle	
	stimme nicht zu	stimme völlig zu
1 Zwischen Atomen wirken Kräfte.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	
2 Proteine bauen sich aus kleineren Molekülen auf.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	
3 Das Kugel-Stab-Modell zeigt um welche Atome es sich handelt und die Verbindungen zwischen ihnen.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	
4 Mit der Röntgenstrukturanalyse werden die Form und der Aufbau von Molekülen erforscht.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	
5 Atome sind Kugeln mit einer harten Schale.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	
6 Ein Molekül ist eine Verbindung von mindestens zwei Atomen.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	
7 Atome haben keine Farbe.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	
8 Für die Funktion eines Moleküls ist seine Form sehr entscheidend.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	
9 Einzelne Atome kann man mit Lichtmikroskopien sehen.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	
10 Die Kugelform der Atome eines Moleküls ist eine Modellvorstellung.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	
11 Das Kugelmodell veranschaulicht den Raum, den ein Molekül einnimmt.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	

II Antikörper	
1 Ein Antikörper ist ein Protein.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
2 Das Schlüssel-Schloss-Prinzip findet sich nur bei Antikörpern und Fremdkörpern (Antigen).....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
3 Antikörper haben wichtige Funktionen im Immunsystem.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
4 Ein Fremdkörper (Antigen) passt zu einem spezifischen Antikörper wie ein Schlüssel ins Schloss.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
5 Die Abfolge der Aminosäuren im Antikörper wird durch die DNA festgelegt.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5

	III (Molekül-)Modelle	
	stimme nicht zu	stimme völlig zu
1 Um Molekülmodelle verstehen können, muss man ihre Darstellungsregeln lernen.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	
2 Ein Computer-Molekülmodell zeigt wie Moleküle in Wirklichkeit sind.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	
3 Molekülmodelle werden vor allem zur Vermittlung z.B. für Laien erstellt, weniger für die Forschung.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	
4 Je nach Kontext und Zweck werden andere Molekülmodelle/ Visualisierungen verwendet.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	
5 Computer-Molekülmodelle erfassen alle Eigenschaften eines Moleküls.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	
6 Für die Durchsetzung eines neuen Modells ist die Unterstützung von anderen Wissenschaftlern ebenso wichtig wie Belege.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	
7 Wissenschaftler sind kreativ, wenn sie Daten interpretieren und neue Modelle schaffen.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	
8 Wenn mehrere Modelle dasselbe Molekül erklären, dann ist nur eines davon richtig.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	
9 Mit Experimenten können Wissenschaftler beweisen wie Atome und Moleküle in Wirklichkeit sind.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	
10 Die Darstellung von Atomen und Molekülen wird sich immer wieder verändern.....	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	

## A5. Fragebogen Follow-up



Liebe Besucherin, Lieber Besucher,

vor ungefähr drei Monaten haben Sie während Ihres Besuchs im Deutschen Museum an einer Befragung zur Medieneinheit "Die Welt der Moleküle" teilgenommen.

Für meine Doktorarbeit an der TU München führe ich eine Folgebefragung durch, zu der Sie sich freundlicher Weise bereit erklärt haben.  
Herzlichen Dank für Ihr Mitwirken und Ihre Unterstützung!

Bitte senden Sie den ausgefüllten Fragebogen mit dem beigelegten, frankierten und adressierten Umschlag an mich zurück.

Sollten Sie Fragen oder Bemerkungen zu dieser Studie haben, die ich im Rahmen meiner Doktorarbeit durchführe, freue ich mich über Ihre Nachricht.

Vielen Dank und freundliche Grüße,

Nadine Herrmann

*Ihre Adresse wird ausschließlich dafür verwendet um Sie für diese Befragung zu kontaktieren. Sie wird getrennt von den Fragebogen-Daten gespeichert, streng vertraulich behandelt und nach Abschluss der Studie gelöscht!*



Nadine Herrmann  
Doktorandin

Forschungsinstitut  
Deutsches Museum  
Museumsinsel 1  
80538 München

[n.herrmann@deutsches-museum.de](mailto:n.herrmann@deutsches-museum.de)  
[www.deutsches-museum.de](http://www.deutsches-museum.de)

Wie gut können Sie sich an Ihren Besuch im Deutschen Museum erinnern?

	gar nicht	kaum	etwas	ziemlich	sehr gut
Museumsbesuch generell	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Chemie-Abteilung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Medizinerei "Die Welt der Moleküle"	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

An welche Aspekte der Medienereinheit "Die Welt der Moleküle" können Sie sich erinnern?

- Inhalte
- Gestaltung, Technik
- Erlebnisse, Erfahrungen
- Sonstiges

Bitte beschreiben Sie an was genau Sie sich erinnern.

Wie häufig haben Sie sich seit dem Museumsbesuch mit Inhalten der Medienereinheit beschäftigt?

	nie	1-3 Mal	4-6 Mal	mehr als 6 Mal
Forschung zu Molekülen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Charakteristiken von Molekülmodellen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rolle der DNA für Proteine	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Molekülen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Haben Ihnen Inhalte der Chemieabteilung beim Verständnis von anderen Sachverhalten geholfen?

	nie	selten	manchmal	oft	sehr oft	bei Besuch nicht angesprochen
Inhalte der Chemieabteilung waren hilfreich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inhalte der Medizinerei waren hilfreich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Haben Sie sich seit dem Museumsbesuch häufiger als vorher mit Inhalten aus der Chemieabteilung / der Medienereinheit beschäftigt?

	gleich häufig	kaum häufiger	etwas häufiger	ziemlich viel häufiger	sehr viel häufiger
Inhalte der Chemieabteilung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inhalte der Medizinerei	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Inwiefern hing das auch mit dem Besuch der Chemieabteilung / der Medienereinheit zusammen?

	gar nicht	kaum	etwas	ziemlich	vollig	bei Besuch nicht angesprochen
Chemieabteilung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Medizinerei	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Waren Sie seit dem Besuch vor ca. 3 Monaten noch einmal im Deutschen Museum?

- Ja
- Nein

Wenn ja, haben Sie bei diesem erneuten Besuch die Medienereinheit "Die Welt der Moleküle" genutzt?

- Ja
- Nein

**Wie groß schätzen Sie Ihr Interesse in den folgenden Bereichen ein?**

	sehr gering	gering	mittel	groß	sehr groß
Chemie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Biologie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Physik	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Naturwissenschaftliche Methoden / Verfahren	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Wie groß schätzen Sie Ihr Interesse an den folgenden Themen ein?**

	sehr gering	gering	mittel	groß	sehr groß
Erforschung von Molekülen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Charakteristiken von Molekülmodellen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rolle der DNA für Proteine	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Molekülen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Wie groß schätzen Sie Ihre Kenntnisse in den folgenden Bereichen ein?**

	sehr gering	gering	mittel	groß	sehr groß
Chemie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Biologie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Physik	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Naturwissenschaftliche Methoden / Verfahren	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Wie groß schätzen Sie Ihre Kenntnisse in den folgenden Themen ein?**

	sehr gering	gering	mittel	groß	sehr groß
Erforschung von Molekülen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Charakteristiken von Molekülmodellen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rolle der DNA für Proteine	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Molekülen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Inwieweit treffen die folgenden Aussagen auf Sie zu?**

	trifft nicht zu	trifft kaum zu	trifft etwas zu	trifft ziemlich zu	trifft völlig zu
Die Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Themen macht mir Spaß.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es macht mir Freude mich mit naturwissenschaftlichen Problemen zu beschäftigen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bin daran interessiert etwas über Naturwissenschaften zu lernen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Es gibt viele Gelegenheiten naturwissenschaftliches Wissen im Alltag anzuwenden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Naturwissenschaften sind sehr wichtig für mich.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Naturwissenschaften helfen mir dabei, die Dinge um mich herum zu verstehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Wie häufig machen Sie die folgenden Dinge?**

	sehr selten	selten	manchmal	oft	sehr oft
Ich sehe mir Fernsehsendungen über Naturwissenschaften an.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich lese etwas über naturwissenschaftliche Themen in Magazinen, Zeitungen, Büchern oder im Internet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich besuche naturwissenschaftliche Vorträge und Veranstaltungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Inwieweit treffen die folgenden Aussagen auf Sie zu?**

	trifft nicht zu	trifft kaum zu	trifft etwas zu	trifft ziemlich zu	trifft sehr zu
Es fällt mir leicht, neue chemische Sachverhalte zu verstehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bei manchen chemischen Themen weiß ich von vornherein, dass ich sie nicht verstehen werde.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Chemische Sachverhalte und Theorien liegen mir einfach nicht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte kreuzen Sie an wie sehr Sie den folgenden Aussagen zustimmen. Wählen Sie ggf. die mittlere Antwortmöglichkeit, wenn Sie eine Frage nicht beantworten können.

	stimme nicht zu	eher nicht zu	stimme eher nicht zu	teils/teils	eher zu	stimme eher zu	sehr zu
Zwischen Atomen wirken Kräfte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Proteine bauen sich aus kleineren Molekülen auf.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Kugel-Stab-Modell zeigt um welche Atome es sich handelt und die Verbindungen zwischen ihnen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mit der Röntgenstrukturanalyse werden die Form und der Aufbau von Molekülen erforscht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atome sind Kugeln mit einer harten Schale.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ein Molekül ist eine Verbindung von mindestens zwei Atomen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atome haben keine Farbe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Für die Funktion eines Moleküls ist seine Form sehr entscheidend.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erzähle Atome kann man mit Lichtmikroskopen sehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Kugelform der Atome eines Moleküls ist eine Modellvorstellung.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Kugelmodell veranschaulicht den Raum, den ein Molekül einnimmt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Bitte kreuzen Sie an wie sehr Sie den folgenden Aussagen zustimmen. Wählen Sie ggf. die mittlere Antwortmöglichkeit, wenn Sie eine Frage nicht beantworten können.**

	stimme nicht zu	eher nicht zu	stimme eher nicht zu	teils/teils	eher zu	stimme eher zu	sehr zu
Ein Antikörper ist ein Protein.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Schlüssel-Schloss-Prinzip findet sich nur bei Antikörpern und Fremdkörpern (Antigenen).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Antikörper haben wichtige Funktionen im Immunsystem.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ein Fremdkörper (Antigen) passt zu einem spezifischen Antikörper wie ein Schlüssel ins Schloss.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Abfolge der Aminosäuren in Antikörper wird durch die DNA festgelegt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte kreuzen Sie an wie sehr Sie den folgenden Aussagen zustimmen. Wählen Sie ggf. die mittlere Antwortmöglichkeit, wenn Sie eine Frage nicht beantworten können.

	stimme nicht zu	eher nicht zu	stimme eher nicht zu	teils/teils	eher zu	stimme eher zu	sehr zu
Um Molekülmodelle verstehen können, muss man ihre Darstellungen lernen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ein Computer-Molekülmodell zeigt wie Moleküle in Wirklichkeit sind.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Molekülmodelle werden vor allem zur Vermittlung z. B. für Laien erstellt, weniger für die Forschung.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je nach Kontext und Zweck werden andere Molekülmodelle / Visualisierungen verwendet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Computer-Molekülmodelle erfassen alle Eigenschaften eines Moleküls.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Für die Durchsetzung eines neuen Modells ist die Unterstützung von anderen Wissenschaftlern ebenso wichtig wie Belege.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wissenschaftler sind kreativ, wenn sie Daten interpretieren und neue Modelle schaffen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wenn mehrere Modelle dasselbe Molekül erklären, dann ist nur eines davon richtig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mit Experimenten können Wissenschaftler beweisen wie Atome und Moleküle in Wirklichkeit sind	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Darstellung von Atomen und Molekülen wird sich immer wieder verändern.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Ihr Geschlecht**

- männlich
- weiblich

**Ihr Alter**

**Welchen Bildungsabschluss haben Sie oder streben Sie derzeit an?**

- Hauptschule/Vollschule
- Realschule/Mittlere Reife
- Lehre/Ausbildung
- Abitur/Fach-Hochschulreife
- Studium
- Promotion
- Sonstiges:

**Haben Sie einen Beruf oder eine Ausbildung mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt?**

- Ja, und zwar
- Nein

CODE



## ERGÄNZENDE ANALYSEN

### A6. Faktorenstruktur Skala Situationales Interesse (NC)

Item	Faktor 1 - Catch	Faktor 2 - Hold
1. Die Beschäftigung mit der Station hat mir Spaß gemacht.	.723	.055
2. Ich möchte gerne mehr über bestimmte Inhalte erfahren.	-.049	.842
3. Die Station hat meine Aufmerksamkeit gefesselt.	.785	.035
4. Ich möchte mich mit anderen über die Themen unterhalten.	.030	.823
5. Ich fand die Beschäftigung mit den Inhalten der Station spannend.	.748	.337
6. Die Station hat meine Neugier geweckt.	.797	.083
7. Die Auseinandersetzung mit Inhalte der Station war mir wichtig.	.368	.718
8. Es haben sich neue Fragen für mich ergeben, auf die ich gerne eine Antwort hätte.	.144	.514

N=111; KMO=.78; Varianzaufklärung: 59%

### A7. Faktorenstruktur Skala Situationales Interesse (CU)

Item	Faktor 1 - Catch	Faktor 2 - Hold
1. Die Beschäftigung mit der Station hat mir Spaß gemacht.	.634	.293
2. Ich möchte gerne mehr über bestimmte Inhalte erfahren.	.092	.887
3. Die Station hat meine Aufmerksamkeit gefesselt.	.801	-.028
4. Ich möchte mich mit anderen über die Themen unterhalten.	.151	.634
5. Ich fand die Beschäftigung mit den Inhalten der Station spannend.	.853	.216
6. Die Station hat meine Neugier geweckt.	.764	.329
7. Die Auseinandersetzung mit Inhalte der Station war mir wichtig.	.686	.454
8. Es haben sich neue Fragen für mich ergeben, auf die ich gerne eine Antwort hätte.	.378	.592

N=106; KMO=.79; Varianzaufklärung: 62%

## A8. Lösungswahrscheinlichkeiten Skala Kenntnisse und Vorstellungen (CU)

Item	MZP 1	MZP 2	MZP 3
I.1 Zwischen Atomen wirken Kräfte.	83.9	87.1	86.8
I.2 Proteine bauen sich aus kleineren Molekülen auf.	56.5	78.7	60.5
I.3 Das Kugel-Stab-Modell zeigt um welche Atome es sich handelt und die Verbindungen zwischen ihnen.	54.8	77.4	56.8
I.4 Mit der Röntgenstrukturanalyse werden die Form und der Aufbau von Molekülen erforscht.	37.7	61.7	52.8
I.5 Atome sind Kugeln mit einer harten Schale.	65.6	63.9	65.8
I.6 Ein Molekül ist eine Verbindung von mindestens zwei Atomen.	75.0	79.0	81.6
I.7 Atome haben keine Farbe.	31.1	45.0	52.6
I.8 Für die Funktion eines Moleküls ist seine Form sehr entscheidend.	41.9	74.2	64.9
I.9 Einzelne Atome kann man mit Lichtmikroskopen sehen.	60.7	54.8	55.3
I.10 Die Kugelform der Atome eines Moleküls ist eine Modellvorstellung.	74.2	83.6	89.2
I.11 Das Kalottenmodell veranschaulicht den Raum, den ein Molekül einnimmt.	24.6	79.0	51.4
II.1 Ein Antikörper ist ein Protein.	45.2	74.2	56.8
II.2 Das Schlüssel-Schloss-Prinzip findet sich nur bei Antikörpern und Fremdkörpern (Antigenen).	47.5	53.2	44.7
II.3 Antikörper haben wichtige Funktionen im Immunsystem.	88.7	90.3	89.5
II.4 Ein Fremdkörper (Antigen) passt zu einem spezifischen Antikörper wie ein Schlüssel ins Schloss.	67.7	91.9	73.7
II.5 Die Abfolge von Aminosäuren im Antikörper wird durch die DNA festgelegt.	59.7	79.0	60.5
III.1 Um Molekülmodelle verstehen zu können, muss man ihre Darstellungsregeln lernen.	46.7	73.8	42.1
III.2 Ein Computer-Molekülmodell zeigt wie Moleküle in Wirklichkeit sind.	35.5	51.6	47.4
III.3 Molekülmodelle werden vor allem zur Vermittlung z.B. für Laien erstellt, weniger für die Forschung.	35.5	58.1	57.9
III.4 Je nach Kontext und Zweck werden andere Molekülmodelle/Visualisierungen verwendet.	53.2	77.0	68.4
III.5 Computer-Molekülmodelle erfassen alle Eigenschaften eines Moleküls.	41.9	59.7	44.7
III.6 Für die Durchsetzung eines neuen Modells ist die Unterstützung von anderen Wissenschaftlern ebenso wichtig wie Belege.	43.5	52.5	63.2
III.7 Wissenschaftler sind kreativ wenn sie Daten interpretieren und neue Modelle schaffen.	40.3	48.4	42.1
III.8 Wenn mehrere Modelle dasselbe Molekül erklären, dann ist nur eines davon richtig.	61.3	77.4	73.7
III.9 Mit Experimenten können Wissenschaftler beweisen wie Atome und Moleküle in Wirklichkeit sind.	14.5	17.7	18.4
III.10 Die Darstellung von Atomen und Molekülen wird sich immer wieder verändern.	29.0	50.0	44.7
MZP ½: N=60-62; MZP 3: N=36-38; Lösungswahrscheinlichkeit (in %)			

## A9. Lösungswahrscheinlichkeiten Skala Kenntnisse und Vorstellungen (NC-I)

Item	MZP 1	MZP 2	MZP 3
I.1 Zwischen Atomen wirken Kräfte.	-	77.5	74.5
I.2 Proteine bauen sich aus kleineren Molekülen auf.	-	60.9	56.3
I.3 Das Kugel-Stab-Modell zeigt um welche Atome es sich handelt und die Verbindungen zwischen ihnen.	-	40.4	39.6
I.4 Mit der Röntgenstrukturanalyse werden die Form und der Aufbau von Molekülen erforscht.	-	40.2	31.9
I.5 Atome sind Kugeln mit einer harten Schale.	-	80.2	79.6
I.6 Ein Molekül ist eine Verbindung von mindestens zwei Atomen.	-	80.9	67.3
I.7 Atome haben keine Farbe.	-	51.4	55.3
I.8 Für die Funktion eines Moleküls ist seine Form sehr entscheidend.	-	66.7	57.1
I.9 Einzelne Atome kann man mit Lichtmikroskopen sehen.	-	54.1	59.2
I.10 Die Kugelform der Atome eines Moleküls ist eine Modellvorstellung.	-	75.7	75.5
I.11 Das Kalottenmodell veranschaulicht den Raum, den ein Molekül einnimmt.	-	33.3	27.1
II.1 Ein Antikörper ist ein Protein.	-	55.5	53.1
II.2 Das Schlüssel-Schloss-Prinzip findet sich nur bei Antikörpern und Fremdkörpern (Antigenen).	-	54.1	55.1
II.3 Antikörper haben wichtige Funktionen im Immunsystem.	-	85.6	81.6
II.4 Ein Fremdkörper (Antigen) passt zu einem spezifischen Antikörper wie ein Schlüssel ins Schloss.	-	75.7	67.3
II.5 Die Abfolge von Aminosäuren im Antikörper wird durch die DNA festgelegt.	-	64.5	61.7
III.1 Um Molekülmodelle verstehen zu können, muss man ihre Darstellungsregeln lernen.	-	45.5	48.9
III.2 Ein Computer-Molekülmodell zeigt wie Moleküle in Wirklichkeit sind.	-	51.4	45.8
III.3 Molekülmodelle werden vor allem zur Vermittlung z.B. für Laien erstellt, weniger für die Forschung.	-	47.7	45.8
III.4 Je nach Kontext und Zweck werden andere Molekülmodelle/Visualisierungen verwendet.	-	61.3	53.2
III.5 Computer-Molekülmodelle erfassen alle Eigenschaften eines Moleküls.	-	49.5	54.2
III.6 Für die Durchsetzung eines neuen Modells ist die Unterstützung von anderen Wissenschaftlern ebenso wichtig wie Belege.	-	41.4	35.4
III.7 Wissenschaftler sind kreativ wenn sie Daten interpretieren und neue Modelle schaffen.	-	29.6	29.2
III.8 Wenn mehrere Modelle dasselbe Molekül erklären, dann ist nur eines davon richtig.	-	69.7	64.6
III.9 Mit Experimenten können Wissenschaftler beweisen wie Atome und Moleküle in Wirklichkeit sind.	-	18.0	16.7
III.10 Die Darstellung von Atomen und Molekülen wird sich immer wieder verändern.	-	38.7	34.0

MZP 2: N=107-111; MZP 3: N=47-49; Lösungswahrscheinlichkeit (in %)

## A10. Lösungswahrscheinlichkeiten Skala Kenntnisse und Vorstellungen (NC-k, NN, NC) zum MZP 3

Item	NC-k	NN	NC+NN
I.1 Zwischen Atomen wirken Kräfte.	74.4	70.1	73.1
I.2 Proteine bauen sich aus kleineren Molekülen auf.	61.7	45.5	55.5
I.3 Das Kugel-Stab-Modell zeigt um welche Atome es sich handelt und die Verbindungen zwischen ihnen.	46.2	38.5	42.4
I.4 Mit der Röntgenstrukturanalyse werden die Form und der Aufbau von Molekülen erforscht.	30.0	25.3	28.9
I.5 Atome sind Kugeln mit einer harten Schale.	67.8	57.0	66.7
I.6 Ein Molekül ist eine Verbindung von mindestens zwei Atomen.	72.7	66.7	69.8
I.7 Atome haben keine Farbe.	45.5	37.2	44.7
I.8 Für die Funktion eines Moleküls ist seine Form sehr entscheidend.	54.5	41.0	50.8
I.9 Einzelne Atome kann man mit Lichtmikroskopen sehen.	58.3	48.7	55.5
I.10 Die Kugelform der Atome eines Moleküls ist eine Modellvorstellung.	67.8	62.8	67.7
I.11 Das Kalottenmodell veranschaulicht den Raum, den ein Molekül einnimmt.	32.8	17.1	26.7
II.1 Ein Antikörper ist ein Protein.	37.5	33.3	39.3
II.2 Das Schlüssel-Schloss-Prinzip findet sich nur bei Antikörpern und Fremdkörpern (Antigenen).	45.8	34.2	44.0
II.3 Antikörper haben wichtige Funktionen im Immunsystem.	86.0	69.6	79.9
II.4 Ein Fremdkörper (Antigen) passt zu einem spezifischen Antikörper wie ein Schlüssel ins Schloss.	65.3	50.6	61.0
II.5 Die Abfolge von Aminosäuren im Antikörper wird durch die DNA festgelegt.	50.8	34.2	47.6
III.1 Um Molekülmodelle verstehen zu können, muss man ihre Darstellungsregeln lernen.	35.0	24.1	34.1
III.2 Ein Computer-Molekülmodell zeigt wie Moleküle in Wirklichkeit sind.	33.3	18.2	31.0
III.3 Molekülmodelle werden vor allem zur Vermittlung z.B. für Laien erstellt, weniger für die Forschung.	33.3	29.1	34.4
III.4 Je nach Kontext und Zweck werden andere Molekülmodelle/Visualisierungen verwendet.	37.8	28.2	37.7
III.5 Computer-Molekülmodelle erfassen alle Eigenschaften eines Moleküls.	34.2	24.1	34.8
III.6 Für die Durchsetzung eines neuen Modells ist die Unterstützung von anderen Wissenschaftlern ebenso wichtig wie Belege.	31.1	20.5	28.6
III.7 Wissenschaftler sind kreativ wenn sie Daten interpretieren und neue Modelle schaffen.	24.4	13.9	22.0
III.8 Wenn mehrere Modelle dasselbe Molekül erklären, dann ist nur eines davon richtig.	55.0	34.2	50.2
III.9 Mit Experimenten können Wissenschaftler beweisen wie Atome und Moleküle in Wirklichkeit sind.	7.5	7.7	9.3
III.10 Die Darstellung von Atomen und Molekülen wird sich immer wieder verändern.	27.5	21.5	26.8
NC-k N=117-121; NN N=76-79; NC-k+NN N=243-249; Lösungswahrscheinlichkeit (in %)			

## A11. Unterschiede zwischen CU und NC-k/NC-I (MZP 1/2)

Skala	Werte	Cued (CU)		Non Cued (NC-I + NC-k)		t / $\chi^2$ (df)	d / phi
		M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N		
Geschlecht	m	55%		53%		.11 n.s. (1)	.016
Alter	Jahre	31.42 (12.55) 62		29.99 (12.37) 375		.84 n.s. (435)	.12
Bildung	nieder.	6.5%		19.0%		6.09* (2)	.118
	mittel	27.4%		26.2%			
	hoch	66.1%		54.8%			
Beruf NW	ja	59%		43%		5.38* (1)	.112
Museumsaffinität	>5 Mal	29.0%		33.1%		.39 n.s. (1)	.030
Erstbesucher DM	ja	25.8%		43.2%		6.67** (1)	.124
Begleitung	allein	18.0%		6.8%		28.14*** (4)	.256
	ein Erw.	63.9%		44.1%			
	>2 Erw.	6.6%		22.6%			
	Kind(er)	0.0%		15.3%			
	Gruppe	11.5%		11.2%			
Aktuelle Besuchsphase	Anfang	6,7%		16.6%		6.05* (2)	.120
	Mitte	66.7%		66.6%			
	Ende	26.7%		16.9%			
Ziel Aktivität	1-5	3.68 (.92) 62		4.01 (.92) 374		-2.61** (434)	.36
Ziel Unterhaltung	1-5	2.75 (1.14) 61		3.06 (1.14) 370		-1.95+ (429)	.27
Ziel Lernen	1-5	4.13 (.88) 62		4.23 (.80) 375		-.93 n.s. (435)	.13
Ziel Geselligkeit	1-5	3.23 (1.45) 62		3.55 (1.25) 372		-1.66 n.s. (76.79)	.25
Medienaffinität	1-5	3.58 (1.11) 62		3.98 (1.01) 375		-2.82** (435)	.39
Freude NW	1-5	4.02 (.87) 62		3.93 (.97) 375		.72 n.s.(435)	.10
Wert NW	1-5	3.90 (.89) 62		3.76 (.92) 375		1.16 n.s. (435)	.16
Aktivitäten NW	1-5	3.29 (.99) 62		3.10 (.94) 375		1.45 n.s. (435)	.20
Interesse NW	1-5	3.56 (.75) 62		3.59 (.77) 375		-.30 n.s. (435)	.04
Interesse TH	1-5	3.10 (1.10) 62		3.07 (1.10) 374		.24 n.s. (434)	.03
Kenntnisse NW	1-5	2.96 (.93) 60		2.98 (.79) 351		-.12 n.s. (74.31)	.02
Kenntnisse TH	1-5	2.39 (1.21) 60		2.41 (1.14) 340		-.16 n.s. (398)	.02
Selbstkonzept CH	1-5	3.44 (1.11) 62		3.40 (.97) 375		.27 n.s. (435)	.04
Nutzungsdauer	sec	458 (152) 62		167 (167) 375		14.10*** (79.23)	2.04

## A12. Unterschiede zwischen CU und NC-k/NC-I (MZP 1/2) Follow-up-Teilnehmer

Skala	Werte	Cued (CU)	Non Cued (NC-I + NC-k)	t / $\chi^2$ (df)	d / phi
		M (SD) N	M (SD) N		
Geschlecht	m	60.5%	52.9%	.72 n.s. (1)	.059
Alter	Jahre	31.58 (13.35) 38	30.92 (12.22) 170	.30 n.s. (206)	.05
Bildung	nieder.	0.0%	9.4%	3.92 n.s. (2)	.137
	mittel	23.7%	22.9%		
	hoch	76.3%	67.6%		
Beruf NW	ja	63.2%	51.8%	1.61 n.s. (1)	.088
Museumsaffinität	>5 Mal	39.5%	31.5%	.89 n.s. (1)	.066
Erstbesucher DM	ja	31.6%	42.4%	1.50 n.s. (1)	.085
Begleitung	allein	18.4%	6.8%	22.86*** (4)	.338
	ein Erw.	68.4%	45.7%		
	>2 Erw.	2.6%	24.7%		
	Kind(er)	0.0%	17.3%		
	Gruppe	10.5%	5.6%		
Aktuelle Besuchsphase	Anfang	5.6%	14.3%	2.20 n.s. (2)	
	Mitte	69.4%	65.8%		
	Ende	25.0%	19.9%		
Ziel Aktivität	1-5	3.84 (.82) 38	4.09 (.81) 170	-1.73+ (206)	.31
Ziel Unterhaltung	1-5	3.03 (1.09) 37	3.10 (1.12) 169	.36 n.s. (204)	.07
Ziel Lernen	1-5	4.16 (.79) 38	4.32 (.73) 170	-1.25 n.s. (206)	.22
Ziel Geselligkeit	1-5	3.18 (1.50) 38	3.52 (1.23) 169	-1.29 n.s. (48.72)	.26
Medienaffinität	1-5	3.76 (1.05) 38	4.06 (.93) 170	-1.73+ (206)	.31
Freude NW	1-5	4.06 (.89) 38	4.17 (.81) 170	.75 n.s. (206)	.13
Wert NW	1-5	3.95 (.89) 38	3.94 (.87) 170	.03 n.s. (206)	.00
Aktivitäten NW	1-5	3.37 (1.01) 38	3.31 (.87) 170	.35 n.s. (206)	.06
Interesse NW	1-5	3.46 (.72) 38	3.72 (.66) 170	-2.16* (206)	.39
Interesse TH	1-5	3.01 (1.07) 38	3.29 (1.05) 170	-1.47 n.s. (206)	.26
Kenntnisse NW	1-5	2.89 (.96) 37	3.05 (.75) 160	.96 n.s. (46.80)	.20
Kenntnisse TH	1-5	2.40 (1.21) 37	2.62 (1.16) 157	-1.02 n.s. (192)	.19
Selbstkonzept CH	1-5	3.37 (1.21) 38	3.48 (.98) 170	.54 n.s. (48.28)	.11
Nutzungsdauer	sec	472 (145) 38	174 (208) 170	11.40*** (206)	2.05

### A13. Unterschiede zwischen CU und NC-k/NC-I (MZP 3)

Skala	Werte	Cued (CU)		Non Cued (NC-I + NC-k)		t / $\chi^2$ (df)	d / phi
		M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N		
Freude NW	1-5	4.01 (.94) 38	4.05 (.90) 170	-0.27 n.s. (206)	.05		
Wert NW	1-5	3.96 (1.04) 38	3.95 (.92) 170	.03 n.s.(206)	.00		
Aktivitäten NW	1-5	3.11 (1.05) 38	3.15 (.85) 170	-.26 n.s. (206)	.05		
Interesse NW	1-5	3.39 (.88) 38	3.50 (.79) 170	-.76 n.s. (206)	.14		
Interesse TH	1-5	2.72 (1.13) 38	2.83 (1.13) 170	-.53 n.s. (206)	.10		
Kenntnisse NW	1-5	3.05 (.95) 38	2.99 (.84) 170	.43 n.s. (206)	.08		
Kenntnisse TH	1-5	2.47 (1.36) 38	2.35 (1.21) 170	.56 n.s. (206)	.10		
Selbstkonzept CH	1-5	3.60 (1.11) 38	3.43 (1.10) 170	.88 n.s. (206)	.16		
Wissen ges. MZP 3	1-5	4.24 (.46) 38	4.04 (.49) 170	2.27* (206)	.41		
Atome + Moleküle	1-5	4.35 (.57) 38	4.14 (.61) 170	1.93+ (206)	.35		
Proteine + Antikörper	1-5	4.32 (.60) 38	4.25 (.60) 170	.72 n.s. (206)	.13		
Modellverständnis	1-5	4.11 (.51) 38	3.85 (.56) 170	2.57* (206)	.46		
Erinnerungen Museum	1-5	3.95 (.57) 38	4.04 (.65) 170	-.83 n.s. (206)	.15		
Erinnerungen Chemieabteilung	1-5	3.18 (.96) 38	3.48 (.85) 166	-1.90+ (202)	.34		
Erinnerungen Station	1-5	3.34 (.75) 38	3.19 (1.00) 166	.86 n.s.(202)	.16		
_ Inhalt	ja	50.5%	34.7%	3.10+ (1)	.122		
_ Gestaltung	ja	84.2%	79.4%	.45 n.s. (1)	.047		
_ Erlebnisse	ja	31.6%	35.9%	.25 n.s. (1)	.035		
_ Sonstiges	ja	57.9%	61.8%	.20 n.s. (1)	.031		
Beschäftigung TH Umfang	0-4	1.46 (1.66) 37	1.49 (1.68) 169	-.08 n.s.(204)	.02		
Beschäftigung CH	häufiger	18.9%	26.0%	.83 n.s. (1)	.063		
Beschäftigung TH	häufiger	18.4%	25.0%	.74 n.s. (1)	.060		
Nützlichkeit CH	1-5	2.49 (1.15) 35	2.57 (1.10) 165	-.41 n.s.(198)	.8		
Nützlichkeit TH	1-5	2.26 (1.06) 38	2.41 (1.10) 163	-.75 n.s.(199)	.13		
Wiederholter Besuch	ja	2.6%	9.4%	1.90 n.s. (1)	.096		
Wiederholte Nutzung	ja	12.5%	5.4%	.532 n.s. (1)	.109		

## A14. Unterschiede zwischen CU und NC-I (MZP 1/2)

Skala	Werte	Cued (CU)		Non Cued (NC-I)		t / $\chi^2$ (df)	d / phi
		M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N		
MS Ansprechend	1-5	4.10 (.94) 62	4.08 (1.03) 111	4.08 (1.03) 111	4.08 (1.03) 111	.10 (171)	.02
MS Verständlich	1-5	3.94 (.88) 62	4.11 (.93) 111	4.11 (.93) 111	4.11 (.93) 111	-1.19 (171)	.19
MS Benutzerfreundlich	1-5	4.30 (.82) 61	4.21 (.97) 111	4.21 (.97) 111	4.21 (.97) 111	.60 (170)	.10
MS Übersichtlich	1-5	4.34 (.79) 62	4.30 (.95) 111	4.30 (.95) 111	4.30 (.95) 111	.29 (171)	.05
MS Informativ	1-5	4.16 (.79) 62	4.00 (1.01) 111	4.00 (1.01) 111	4.00 (1.01) 111	1.08 (171)	.17
Autonomie	1-5	3.25 (.98) 62	3.36 (.82) 110	3.36 (.82) 110	3.36 (.82) 110	-.81 (170)	.13
Kompetenz	1-5	3.90 (.99) 62	3.86 (.96) 111	3.86 (.96) 111	3.86 (.96) 111	.26 (171)	.04
Subj. Lernerfolg	1-5	3.44 (1.18) 62	3.12 (1.17) 110	3.12 (1.17) 110	3.12 (1.17) 110	1.70+ (170)	.27
Wohlfühlen	1-5	4.46 (.92) 59	4.19 (.96) 109	4.19 (.96) 109	4.19 (.96) 109	1.74+ (166)	.28
SI Catch	1-5	3.69 (.72) 62	3.87 (.69) 111	3.87 (.69) 111	3.87 (.69) 111	-1.65 (171)	.26
SI Hold	1-5	3.11 (.85) 62	3.13 (.82) 111	3.13 (.82) 111	3.13 (.82) 111	-.11 (171)	.02
LA Nachvollziehende	1-5	3.97 (.88) 62	4.04 (.87) 109	4.04 (.87) 109	4.04 (.87) 109	-.46 (169)	.07
LA Vertiefende	1-5	2.86 (1.09) 62	2.95 (.96) 109	2.95 (.96) 109	2.95 (.96) 109	-.53 (169)	.08
LA Organisierende	1-5	3.36 (.73) 62	3.39 (.88) 109	3.39 (.88) 109	3.39 (.88) 109	-.21 (169)	.03
Nutzungsdauer	1-5	457.4 (151.9) 62	243.9 (187.9) 111	243.9 (187.9) 111	243.9 (187.9) 111	7.66*** (171)	1.21
Wissen ges. MZP 2	1-5	4.29 (.44) 62	4.09 (.49) 111	4.09 (.49) 111	4.09 (.49) 111	2.65** (171)	.42
Atome + Moleküle	1-5	4.45 (.52) 62	4.16 (.58) 111	4.16 (.58) 111	4.16 (.58) 111	3.23*** (171)	.51
Proteine + Antikörper	1-5	4.54 (.47) 62	4.28 (.63) 111	4.28 (.63) 111	4.28 (.63) 111	3.06** (157.77)	.45
Modellverständnis	1-5	4.04 (.58) 62	3.93 (.55) 111	3.93 (.55) 111	3.93 (.55) 111	1.22n.s. (171)	.19



## A15. Unterschiede zwischen CU und NC-I (MZP 1/2) Follow-up-Teilnehmer

Skala	Werte	Cued (CU)		Non Cued (NC-I)		t / $\chi^2$ (df)	d / phi
		M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N		
MS Ansprechend	1-5	4.03 (.91) 38	4.27 (.84) 49	-1.27 (85)		.27	
MS Verständlich	1-5	3.92 (.85) 38	4.06 (.90) 49	-.74 (85)		.16	
MS Benutzerfreund- lich	1-5	4.32 (.66) 38	4.18 (1.05) 49	.68 (85)		.15	
MS Übersichtlich	1-5	4.32 (.74) 38	4.18 (.99) 49	.69 (85)		.15	
MS Informativ	1-5	4.00 (.74) 38	3.92 (1.02) 49	.43 (84.63)		.09	
Autonomie	1-5	3.19 (.95) 38	3.46 (.81) 49	-1.41 (85)		.30	
Kompetenz	1-5	3.86 (1.07) 38	3.83 (.95) 49	.12 (85)		.03	
Subj. Lernerfolg	1-5	3.42 (1.13) 38	3.22 (1.16) 49	.79 (85)		.17	
Wohlfühlen	1-5	4.51 (.93) 37	4.16 (.96) 49	1.69+ (84)		.37	
SI Catch	1-5	3.62 (.63) 38	3.94 (.60) 49	-2.46* (85)		.53	
SI Hold	1-5	2.98 (.82) 38	3.27 (.83) 49	-1.61 (85)		.35	
LA Nachvollziehende	1-5	3.94 (.93) 38	4.12 (.86) 49	-.95n.s. (85)		.21	
LA Vertiefende	1-5	2.94 (1.17) 38	3.01 (.90) 49	-.32n.s. (85)		.07	
LA Organisierende	1-5	3.34 (.79) 38	3.48 (.88) 49	-.82n.s. (85)		.18	
Nutzungsdauer	1-5	472 (145) 38	246 (208) 49	5.67*** (85)		1.23	
Wissen ges. MZP 2	1-5	4.34 (.41) 38	4.17 (.50) 49	1.74+ (85)		.38	
Atome + Moleküle	1-5	4.47 (.48) 38	4.24 (.57) 49	2.01* (85)		.43	
Proteine + Antikörper	1-5	4.54 (.47) 38	4.36 (.65) 49	1.44n.s. (85)		.31	
Modellverständnis	1-5	4.14 (.54) 38	4.01 (.56) 49	1.11n.s. (85)		.24	

## A16. Unterschiede zwischen CU und NC-I (MZP 3)

Skala	Werte	Cued (CU)		Non Cued (NC-I)		t / $\chi^2$ (df)	d / phi
		M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N		
Freude NW	1-5	4.01 (.95) 38	4.04 (.93) 49	-0.16 n.s. (85)		.03	
Wert NW	1-5	3.96 (1.04) 38	3.94 (.93) 49	0.10 n.s. (85)		.02	
Aktivitäten NW	1-5	3.11 (1.05) 38	3.17 (.86) 49	-0.27 n.s. (85)		.06	
Interesse NW	1-5	3.39 (.88) 38	3.51 (.79) 49	-0.68 n.s. (85)		.15	
Interesse TH	1-5	2.72 (1.13) 38	2.98 (1.08) 49	-1.10 n.s. (85)		.24	
Kenntnisse NW	1-5	3.05 (.95) 38	2.88 (.86) 49	0.87 n.s. (85)		.19	
Kenntnisse TH	1-5	2.47 (1.36) 38	2.51 (1.15) 49	-0.13 n.s. (85)		.03	
Selbstkonzept CH	1-5	3.60 (1.11) 38	3.36 (1.13) 49	0.98 n.s. (85)		.21	
Gesamt-Skala MZP 3	1-5	4.24 (.46) 38	4.14 (.47) 49	.91 n.s. (85)		.20	
Atome + Moleküle	1-5	4.35 (.57) 38	4.18 (.53) 49	1.43 n.s. (85)		.31	
Proteine + Antikörper	1-5	4.32 (.60) 38	4.32 (.65) 49	.06 n.s. (85)		.01	
Modellverständnis	1-5	4.11 (.51) 38	4.02 (.49) 49	.75 n.s. (85)		.16	

## A17. Unterschiede zwischen NC-I und NC-k (MZP 2)

Skala	Werte	NC-I		NC-k		t / $\chi^2$ (df)	d / phi
		M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N		
Geschlecht	m	53.2%	52.3%			.024 n.s. (1)	.008
Alter	Jahre	27.86 (1.48) 111	30.88 (13.00) 264			-2.36* (253,99)	.24
Bildung	nieder	13.5%	21.3%			3.74 n.s. (1)	.100
	mittel	25.2%	26.6%				
	hoch	61.3%	52.1%				
Beruf NW	ja	43.9%	42.7%			.05 n.s. (1)	.011
Museumsaffinität	>5 Mal	35.1%	32.2%			.31 n.s. (1)	.029
Erstbesucher DM	ja	44.1%	42.8%			.06 n.s. (1)	.012
Begleitung	allein	11.9%	48.0%			19.44*** (4)	.230
	ein Erw.	53.2%	40.3%				
	>2 Erw.	19.3%	24.0%				
	Kind(er)	5.5%	19.4%				
	Gruppe	10.1%	11.6%				
Aktuelle Besuchsphase	Anfang	23.1%	13.8%			4.49+ (2)	.116
	Mitte	62.0%	68.5%				
	Ende	14.8%	17.7%				
Ziel Aktivität	1-5	3.99 (.85) 110	4.02 (.95) 258			-.07 n.s. (372)	.01
Ziel Unterhaltung	1-5	2.97 (1.15) 110	3.11 (1.14) 258			-.98 n.s. (368)	.11
Ziel Lernen	1-5	4.27 (.77) 110	4.24 (.80) 258			.60 n.s. (373)	.07
Ziel Geselligkeit	1-5	3.40 (1.30) 110	3.60 (1.23) 258			-1.38 n.s. (370)	.16
Medienaffinität	1-5	4.13 (.89) 110	3.93 (1.04) 258			2.13* (241,13)	.23
Freude NW	1-5	4.03 (1.00) 111	3.88 (.96) 264			1.30n.s. (373)	.15
Wert NW	1-5	3.94 (.90) 111	3.68 (.92) 264			2.48* (373)	.28
Aktivitäten NW	1-5	3.32 (.98) 111	3.01 (.91) 264			2.96** (373)	.33
Interesse NW	1-5	3.74 (.81) 111	3.52 (.74) 264			2.45* (373)	.28
Interesse TH	1-5	3.39 (1.07) 111	2.93 (1.09) 263			3.79*** (372)	.43
Kenntnisse NW	1-5	3.07 (.86) 106	2.94 (.76) 245			1.40 n.s. (349)	.16
Kenntnisse TH	1-5	2.71 (1.21) 106	2.28 (1.08) 234			3.09** (183,64)	.38
Selbstkonzept CH	1-5	3.38 (1.06) 111	3.40 (.94) 264			-.18 n.s. (373)	.02
Nutzungsdauer	sec	243 (187) 111	134 (98) 264			5.81*** (136,28)	.83

## A18. Unterschiede zwischen NC-I und NC-k (MZP 3)

Skala	Werte	NC-I		NC-k		t / $\chi^2$ (df)	d / phi
		M (SD)	N	M (SD)	N		
Freude NW	1-5	4.04 (.93)	49	4.06 (.90)	121	-0.11 n.s. (168)	.02
Wert NW	1-5	3.94 (.93)	49	3.96 (.92)	121	-0.15 n.s. (168)	.03
Aktivitäten NW	1-5	3.17 (.86)	49	3.15 (.85)	121	0.15 n.s. (168)	.03
Interesse NW	1-5	3.51 (.79)	49	3.49 (.79)	121	0.12 n.s. (168)	.02
Interesse TH	1-5	2.98 (1.08)	49	2.76 (1.15)	121	1.14 n.s. (168)	.19
Kenntnisse NW	1-5	2.88 (.86)	49	3.03 (.83)	121	-1.02 n.s. (168)	.17
Kenntnisse TH	1-5	2.51 (1.15)	49	2.29 (1.23)	121	1.09 n.s. (168)	.18
Selbstkonzept CH	1-5	3.36 (1.13)	49	3.45 (1.09)	121	-0.47 n.s. (168)	.08
Wissen ges. MZP 3	1-5	4.14 (.47)	49	4.00 (.49)	121	1.81+ (168)	.31
Atome + Moleküle	1-5	4.18 (.53)	49	4.12 (.65)	121	0.55 n.s. (168)	.09
Proteine + Antikörper	1-5	4.32 (.65)	49	4.22 (.59)	121	0.97 n.s. (168)	.16
Modellverständnis	1-5	4.02 (.49)	49	3.78 (.57)	121	2.61* (168)	.44
Erinnerungen Museum	1-5	4.02 (.52)	49	4.05 (.69)	121	-0.30 n.s.(117.62)	.04
Erinnerungen Chemieabteilung	1-5	3.36 (.79)	47	3.53 (.87)	119	-1.15 n.s. (164)	.20
Erinnerungen Station	1-5	3.43 (1.04)	47	3.10 (.98)	119	1.89 + (164)	.33
_ Inhalt	ja	46.9%		29.8%		4.55* (1)	.164
_ Gestaltung	ja	93.9%		73.6%		8.81** (1)	.228
_ Erlebnisse	ja	49.0%		30.6%		5.13* (1)	.174
_ Sonstiges	ja	69.4%		58.7%		1.69 n.s. (1)	.100
Beschäftigung TH Umfang	0-4	1.88 (1.73)	49	1.33 (1.65)	120	1.95+ (167)	.33
Beschäftigung CH	häufiger	28.6%		25.0%		.23 n.s. (1)	.037
Beschäftigung TH	häufiger	32.7%		21.8%		2.16 n.s. (1)	.113
Nützlichkeit CH	1-5	2.49 (1.04)	47	2.60 (1.13)	118	-0.59 n.s. (163)	.10
Nützlichkeit TH	1-5	2.63 (1.10)	48	2.32 (1.10)	115	1.61 n.s. (161)	.28
Wiederholter Besuch	ja	6.1%		10.7%		.87 n.s. (1)	.072
Wiederholte Nutzung	ja	33.3%		0.0%		10.92*** (1)	.543

## A19. Unterschiede zwischen Follow-up-Teilnehmern und Nicht-Teilnehmern NC-I

Skala	Werte	Nicht-Teilnehmer		Teilnehmer		t / $\chi^2$ (df)	d / phi
		M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N		
Geschlecht	m	51.6%		55.1%		.13 n.s. (1)	.134
Alter	Jahre	28.73 (10.92) 62		26.78 (9.89) 49		.97 n.s. (109)	.19
Bildung	nieder	22.6%		2.0%		10.08** (2)	.301
	mittel	24.2%		26.5%			
	hoch	53.2%		71.4%			
Beruf NW	ja	38.3%		51.1%		1.73 n.s. (1)	.127
Museumsaffinität	>5 Mal	38.7%		30.6%		.79 n.s. (1)	.084
Erstbesucher DM	ja	40.3%		49.0%		.83 n.s. (19)	.087
Ziel Aktivität	1-5	3.97 (.89) 62		4.04 (.82) 49		-.45 n.s. (109)	.09
Ziel Unterhaltung	1-5	2.90 (1.10) 61		3.06 (1.22) 49		-.72 n.s. (108)	.14
Ziel Lernen	1-5	4.24 (.72) 62		4.31 (.82) 49		-.44 n.s. (109)	.08
Ziel Geselligkeit	1-5	3.55 (1.34) 62		3.24 (1.24) 49		1.22 n.s. (109)	.23
Medienaffinität	1-5	4.13 (.95) 62		4.14 (.82) 49		-.08 n.s. (109)	.02
Freude NW	1-5	3.86 (1.12) 62		4.24 (.79) 49		-2.10* (107.81)	.38
Wert NW	1-5	3.88 (.88) 62		4.01 (.92) 49		-.79 n.s. (109)	.15
Aktivitäten NW	1-5	3.15 (1.04) 62		3.54 (.86) 49		-2.15* (108.80)	.40
Interesse NW	1-5	3.70 (.90) 62		3.79 (.69) 49		-.57 n.s. (109)	.11
Interesse TH	1-5	3.29 (1.11) 62		3.52 (1.01) 49		-1.10 n.s. (109)	.21
Kenntnisse NW	1-5	3.00 (.94) 60		3.16 (.75) 46		-.93 n.s. (104)	.18
Kenntnisse TH	1-5	2.48 (1.24) 60		3.00 (1.13) 46		-2.21* (104)	.43
Selbstkonzept CH	1-5	3.26 (1.07) 62		3.54 (1.03) 49		-1.36 n.s. (109)	.26
Nutzungsdauer	sec	242 (171) 62		247 (209) 49		-.14 n.s. (109)	.03
Autonomie	1-5	3,29 (.83) 61		3,46 (.81) 49		1.05 n.s. (108)	.20
Kompetenz	1-5	3,89 (.97) 62		3,83 (.95) 49		.29 n.s. (109)	.06
Subj. Lernerfolg	1-5	3,03 (1,18) 61		3,22 (1,16) 49		-.85 n.s. (108)	.16
Wohlfühlen	1-5	4,22 (.96) 60		4,16 (.96) 49		.29 n.s. (107)	.06
SI Catch	1-5	3,81 (.76) 62		3,94 (.60) 49		-1.01 n.s. (109)	.19
SI Hold	1-5	3,02 (.80) 62		3,27 (.83) 49		-1.59 n.s. (109)	.30
LA Nachvollziehend	1-5	3.97 (.88) 60		4.12 (.86) 49		-.93 n.s. (107)	.18
LA Vertiefend	1-5	2.90 (1.00) 60		3.01 (.90) 49		-.61 n.s. (107)	.12
LA Organisierend	1-5	3.31 (.89) 60		3.48 (.88) 49		-1.05 n.s. (107)	.20
Wissen ges. MZP 2	1-5	4.03 (.48) 62		4.17 (.50) 49		-1.48 n.s. (109)	.28
Atome + Moleküle	1-5	4.09 (.58) 62		4.24 (.57) 49		-1.35 n.s. (109)	.26
Proteine + Antikörper	1-5	4.22 (.61) 62		4.36 (.65) 49		-1.17 n.s. (109)	.22
Modellverständnis	1-5	3.87 (.54) 62		4.01 (.56) 49		-1.28 n.s. (109)	.25

## A20. Unterschiede zwischen Follow-up-Teilnehmern und Nicht-Teilnehmern CU

Skala	Werte	Nicht-Teilnehmer		Teilnehmer		t / $\chi^2$ (df)	d / phi
		M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N		
Geschlecht	m	45.8%	60.5%			1.28 n.s. (1)	.144
Alter	Jahre	31.17 (11.43) 24	31.58 (13.35) 38			-.13 n.s. (60)	.03
Bildung	nieder	16.7%	0.0%			8.37* (2)	.367
	mittel	33.3%	23.7%				
	hoch	50.0%	76.3%				
Beruf NW	ja	52.2%	63.2%			.72 n.s. (1)	.108
Museumsaffinität	>5 Mal	12.5%	39.5%			5.19* (1)	.289
Erstbesucher DM	ja	16.7%	31.6%			1.71 n.s. (1)	.166
Ziel Aktivität	1-5	3.42 (1.02) 24	3.84 (.82) 38			-1.81+ (60)	.47
Ziel Unterhaltung	1-5	2.33 (1.09) 24	3.03 (1.09) 37			-2.43* (59)	.64
Ziel Lernen	1-5	4.08 (1.02) 24	4.16 (.79) 38			-.32 n.s. (60)	.08
Ziel Geselligkeit	1-5	3.29 (1.40) 24	3.18 (1.50) 38			.28 n.s. (60)	.07
Medienaffinität	1-5	3.29 (1.16) 24	3.76 (1.05) 38			-1.65 n.s. (60)	.43
Freude NW	1-5	3.96 (.84) 24	4.06 (.89) 38			-.45 n.s. (60)	.12
Wert NW	1-5	3.83 (.89) 24	3.95 (.89) 38			-.49 n.s. (60)	.13
Aktivitäten NW	1-5	3.17 (.97) 24	3.37 (1.01) 38			-.78 n.s. (60)	.20
Interesse NW	1-5	3.71 (.80) 24	3.46 (.72) 38			1.27 n.s. (60)	.33
Interesse TH	1-5	3.25 (1.14) 24	3.01 (1.07) 38			.83 n.s. (60)	.22
Kenntnisse NW	1-5	3.08 (.90) 23	2.89 (.96) 37			.74 n.s. (58)	.20
Kenntnisse TH	1-5	2.37 (1.25) 23	2.40 (1.21) 37			-.09 n.s. (58)	.02
Selbstkonzept CH	1-5	3.54 (.94) 24	3.37 (1.21) 38			.60 n.s. (60)	.16
Nutzungsdauer	sec	3.88 (.61) 24	4.14 (.54) 38			-1.72+ (60)	.25
Autonomie	1-5	3.35 (1.02) 24	3.19 (.95) 38			.62 n.s. (60)	.16
Kompetenz	1-5	3.97 (.85) 24	3.86 (1.07) 38			.44 n.s. (60)	.11
Subj. Lernerfolg	1-5	3.46 (1.28) 24	3.42 (1.13) 38			.12 n.s. (60)	.03
Wohlfühlen	1-5	4.36 (.90) 22	4.51 (.93) 37			-.61 n.s. (57)	.16
SI Catch	1-5	3.79 (.85) 24	3.62 (.63) 38			.02 n.s. (60)	.24
SI Hold	1-5	3.33 (.87) 24	2.98 (.82) 38			1.59 n.s. (60)	.42
LA Nachvollziehende	1-5	4.03 (.81) 24	3.94 (.93) 38			.39 n.s. (60)	.10
LA Vertiefende	1-5	2.74 (.97) 24	2.94 (1.17) 38			-.68 n.s. (60)	.18
LA Organisierende	1-5	3.40 (.62) 24	3.34 (.79) 38			.32 n.s. (60)	.08
Wissen ges. MZP 2	1-5	4.21 (.49) 24	4.34 (.41) 38			-1.17 n.s. (60)	.31
Atome + Moleküle	1-5	4.40 (.57) 24	4.47 (.48) 38			-.56 n.s. (60)	.15
Proteine + Antikörper	1-5	4.54 (.47) 24	4.54 (.47) 38			-.05 n.s. (60)	.01
Modellverständnis	1-5	3.88 (.61) 24	4.14 (.54) 38			-1.72+ (60)	.45

## A21. Unterschiede zwischen Follow-up-Teilnehmern und Nicht-Teilnehmern NN

Skala	Werte	Nicht-Teilnehmer		Teilnehmer		t / $\chi^2$ (df)	d / phi
		M (SD) N		M (SD) N			
Geschlecht	m	63.0%		60.8%		.09 n.s. (1)	.022
Alter	Jahre	32.51 (15.15) 108		35.89 (14.89) 79		-1.52 n.s. (185)	.22
Bildung	nieder	13.9%		17.9%		4.05 n.s. (2)	.148
	mittel	45.4%		30.8%			
	hoch	40.7%		51.3%			
Beruf NW	ja	35.6%		38.0%		.11 n.s. (1)	.025
Museumsaffinität	>5 Mal	22.4%		37.2%		4.80* (1)	.161
Erstbesucher DM	ja	49.1%		39.1%		.67 n.s. (1)	.060
Ziel Aktivität	1-5	3.76 (1.01) 108		3.88 (.97) 78		-.85 n.s. (184)	.13
Ziel Unterhaltung	1-5	3.08 (1.24) 106		2.87 (1.21) 78		1.17 n.s. (182)	.17
Ziel Lernen	1-5	4.16 (.81) 108		4.23 (.78) 79		-.60 n.s. (185)	.09
Ziel Geselligkeit	1-5	3.25 (1.31) 107		2.94 (1.38) 78		1.59 n.s. (183)	.24
Medienaffinität	1-5	3.30 (1.21) 107		3.72 (1.04) 79		-2.50* (184)	.37
Freude NW	1-5	3.50 (1.11) 108		3.70 (.88) 79		-1.43 n.s. (183.89)	.20
Wert NW	1-5	3.46 (1.04) 108		3.61 (.79) 79		-1.17 n.s. (184.77)	.17
Aktivitäten NW	1-5	2.65 (.93) 108		2.89 (.82) 79		-1.79+ (185)	.27
Interesse NW	1-5	3.29 (.78) 108		3.44 (.64) 79		-1.36 n.s. (185)	.20
Interesse TH	1-5	2.51 (1.00) 105		2.77 (1.07) 78		-1.70+ (181)	.25
Kenntnisse NW	1-5	2.74 (.72) 100		2.83 (.65) 73		-.87 n.s. (171)	.13
Kenntnisse TH	1-5	2.03 (.93) 94		2.14 (1.09) 73		-.66 n.s. (165)	.10
Selbstkonzept CH	1-5	2.96 (1.09) 108		3.19 (.97) 79		-1.47 n.s. (185)	.22

## A22. Museumsspezifische Motivation als Einflussfaktor auf die Catch-Komponente des situationalen Interesses (CU)

N=61	M1	M2	M3
Prädiktoren	beta	beta	beta
Ziel Aktivität	.09		.05
Ziel Unterhaltung	-.08		-.13
Ziel Lernen	.17		.16
Ziel Geselligkeit	-.27*		-.27*
Medienaffinität		.13	.15
$R^2_k$	.11*	.00	.11*

M1: TOL>=.76, VIF<=1.31, KI=17.72

M3: TOL>=.7. VIF<=1.43, KI=19.42

## A23. Museumsspezifische Motivation als Einflussfaktor auf die Hold-Komponente des situationalen Interesses (CU)

N=61	M1	M2	M3
Prädiktoren	beta	beta	beta
Ziel Aktivität	.24+		.20
Ziel Unterhaltung	-.18		-.22+
Ziel Lernen	.30*		.28*
Ziel Geselligkeit	-.19		-.20+
Medienaffinität		.17	.15
$R^2_k$	.27***	.01	.28***

M1: TOL>=.76, VIF<=1.31, KI=17.72

M3: TOL>=.7. VIF<=1.43, KI=19.42

## A24. Zusammenhang zwischen selbstbezogener Kognition und situationalem Interesse (CU)

N=60	2	3	4	5
1 SI Catch	.60***	-.06	-.18	-.10
2 SI Hold		-.02	-.07	.10
3 Kenntnisse NW			.64***	.58***
4 Kenntnisse TH				.48***
5 Selbstkonzept CH				



## A25. Zusammenhang zwischen dispositionalem und situationalem Interesse (CU)

N=62	2	3	4	5	6	7
1 SI Catch	.60***	.11	.09	-.05	.11	.06
2 SI Hold		.30**	.16+	.23*	.22*	.34**
3 Interesse NW			.53***	.66***	.61***	.62***
4 Interesse TH				.49***	.51***	.56***
5 Freude NW					.80***	.80***
6 Wert NW						.78***
7 Aktivitäten NW						

## A26. Zusammenhang zwischen wahrgenommener Instruktionsqualität und situationalem Interesse (NC)

N=111	2	3	4	5	6	7
1 SI Catch	.31***	.61***	.40***	.29**	.29**	.54***
2 SI Hold		.19*	.17+	.04	-.03	.20*
3 Ansprechend			.50***	.38***	.38***	.47***
4 Verständlich				.35***	.36***	.49***
5 Benutzerfreundlich					.58***	.26**
6 Übersichtlich						.27**
7 Informativ						

## A27. Zusammenhang zwischen wahrgenommener Instruktionsqualität und situationalem Interesse (CU)

N=61	2	3	4	5	6	7
1 SI Catch	.60***	.20	.30**	.26*	.06	.18
2 SI Hold		.28*	.17	.26*	.01	.04
3 Ansprechend			.29*	.09	.06	.35**
4 Verständlich				.14	.29*	.18
5 Benutzerfreundlich					.28*	-.08
6 Übersichtlich						-.14
7 Informativ						

## A28. Wahrgenommene Instruktionsqualität als Einflussfaktor auf die Catch-Komponente des situationalen Interesses (CU)

N=61	M1	M2	M3	M4	M5
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta	beta
Ansprechend	.19	.11	.12	.11	.07
Verständlich		.26+	.24+	.26+	.24+
Benutzerfreundl.			.22+	.24+	.25+
Übersichtlich				-.08	-.06
Informativ					.12
$R^2_k$	.02	.07+	.11*	.10*	.09+

M2: TOL>=.92, VIF<=1.09, KI=11.90

M3: TOL>=.9. VIF<=1.11, KI=16.86

M4: TOL>=.84, VIF<=1.19, KI=20.18

M5: TOL>=.82, VIF<=1.23, KI=26.04

## A29. Wahrgenommene Instruktionsqualität als Einflussfaktor auf die Hold-Komponente des situationalen Interesses (CU)

N=61	M1	M2	M3	M4	M5
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta	beta
Ansprechend	.27*	.25+	.24+	.23+	.26+
Verständlich		.10	.07	.10	.11
Benutzerfreundl.			.24+	.26*	.26+
Übersichtlich				-.11	-.12
Informativ					-.07
$R^2_k$	.06*	.05+	.09*	.09+	.08+

M2: TOL>=.92, VIF<=1.09, KI=11.90

M3: TOL>=.9. VIF<=1.11, KI=16.86

M4: TOL>=.84, VIF<=1.19, KI=20.18

M5: TOL>=.82, VIF<=1.23, KI=26.04

## A30. Zusammenhang zwischen motivationsrelevantem Erleben und situationalem Interesse (CU)

N=59	2	3	4	5	6
1 SI Catch	.61***	.53***	-.03	.47***	.07
2 SI Hold		.47***	.08	.40***	.08
3 Autonomie			-.16	.50***	.06
4 Kompetenz				-.41***	.20+
5 Subj. Lernerfolg					-.15
6 Wohlfühlen					

### A31. Motivationsrelevantes Erleben als Einflussfaktor auf die Catch-Komponente des situationalen Interesses (CU)

N=59	M1	M2	M3	M4
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta
Autonomie	.49***	.50***	.34**	.37*
Kompetenz		.05	.17	.16
Subj. Lernerfolg			.34*	.36*
Wohlfühlen				.07
R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	.23***	.21***	.28***	.32***

M2: TOL>=.97, VIF<=1.03, KI=12.38

M3: TOL>=.64, VIF<=1.57, KI=16.07

M4: TOL>=.63, VIF<=1.6. KI=20.31

### A32. Motivationsrelevantes Erleben als Einflussfaktor auf die Hold-Komponente des situationalen Interesses (CU)

N=59	M1	M2	M3	M4
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta
Autonomie	.49***	.52***	.38**	.34*
Kompetenz		.15	.26*	.27*
Subj. Lernerfolg			.32*	.34*
Wohlfühlen				.05
R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	.23***	.24***	.29***	.27***

M2: TOL>=.97, VIF<=1.03, KI=12.38

M3: TOL>=.64, VIF<=1.57, KI=16.07

M4: TOL>=.63, VIF<=1.6. KI=20.31

### A33. Zusammenhang zwischen kognitiven Lernaktivitäten und situationalem Interesse (CU)

N=62	2	3	4	5
1 SI Catch	.60***	-.02	.32**	.31**
2 SI Hold		-.03	.43***	.26*
3 LA Nachvollziehen			.08	.57***
4 LA Vertiefen				.41***
5 LA Organisieren				

### A34. Kognitive Lernaktivitäten als Einflussfaktoren auf die Catch-Komponente des situationalen Interesses (CU)

N=62	M1	M2	M3
Prädiktoren	beta	beta	beta
LA Nachvollziehen	-.02	-.04	-.24
LA Vertiefen		.32*	.18
LA Organisieren			.37*
$R^2_k$	-.02	.07*	.13**

M2: TOL>=.99, VIF<=1.01, KI=11.49

M3: TOL>=.54, VIF<=1.86, KI=15.00

### A35. Kognitive Lernaktivitäten als Einflussfaktoren auf die Hold-Komponente des situationalen Interesses (CU)

N=62	M1	M2	M3
Prädiktoren	beta	beta	beta
LA Nachvollziehen	-.03	-.06	-.17
LA Vertiefen		.44***	.36**
LA Organisieren			.21
$R^2_k$	-.02	.16**	.17**

M2: TOL>=.99, VIF<=1.01, KI=11.49

M3: TOL>=.54, VIF<=1.86, KI=15.00

### A36. Stepwise-Regressionsmodell für die Catch-Komponente des situationalen Interesses (CU) – alle Variablen

N=55	M1
Prädiktoren	beta
Autonomie	.48***
Ziel Geselligkeit	-.41***
Verständlich	.39***
Kenntnisse TH	-.30**
$R^2_k$	.54***

TOL>=.85; VIF<=1.18; KI=15.31

**A37. Stepwise-Regressionsmodell für die Hold-Komponente des situationalen Interesses (CU) – nur mit themenspezifischem Interesse und Kenntnissen**

N=55	M1
Prädiktoren	beta
Ziel Lernen	.53***
SI Catch	.31**
$R^2_k$	.46***

TOL>=.90; VIF<=1.11; KI=12.84

**A38. Stepwise-Regressionsmodelle für die Hold-Komponente des situationalen Interesses (CU) – alle Variablen**

N=55	M1
Prädiktoren	beta
SI Catch	.40***
Interesse NW	.44***
Autonomie	.21*
Aktivität NW	.42***
Kenntnisse NW	-.28*
LA Nachvollziehen	-.19*
$R^2_k$	.71***

TOL>=.41; VIF<=2.41; KI=23.36





### **A41. Mittelfristige Veränderung des dispositionalen Interesses an Naturwissenschaften (CU)**

	MZP 1	MZP 3		
N=38	M (SD)	M (SD)	t (df)	d
Freude NW	4.06 (.89)	4.01 (.95)	.77 n.s. (37)	.06
Wert NW	3.95 (.89)	3.96 (1.04)	-.10 n.s. (37)	.01
Aktivitäten NW	3.37 (1.01)	3.11 (1.05)	2.97** (37)	.25
Interesse NW	3.46 (.72)	3.39 (.88)	.83 n.s. (37)	.09
Interesse TH	3.01 (1.07)	2.72 (1.13)	2.03* (37)	.27

### **A42. Mittelfristige Veränderung des dispositionalen Interesses an Naturwissenschaften (NC)**

	MZP 2	MZP 3		
N=170	M (SD)	M (SD)	t (df)	d
Freude NW	4.17 (.81)	4.05 (.90)	3.12** (169)	.14
Wert NW	3.94 (.87)	3.95 (.92)	-.18 n.s. (169)	.01
Aktivitäten NW	3.31 (.87)	3.15 (.85)	3.44*** (169)	.18
Interesse NW	3.72 (.66)	3.50 (.79)	4.22*** (169)	.31
Interesse TH	3.29 (1.05)	2.83 (1.13)	6.12*** (169)	.43

### **A43. Mittelfristige Veränderung des dispositionalen Interesses an Naturwissenschaften (NN)**

	MZP 2	MZP 3		
N=79	M (SD)	M (SD)	t (df)	d
Freude NW	3.70 (.88)	3.61 (.96)	1.33 n.s. (78)	.11
Wert NW	3.61 (.79)	3.55 (.96)	.96 n.s. (78)	.07
Aktivitäten NW	2.89 (.82)	2.81 (.86)	1.12 n.s. (78)	.09
Interesse NW	3.44 (.64)	3.25 (.64)	2.64** (78)	.28
Interesse TH	2.77 (1.07)	2.43 (.98)	3.75*** (78)	.33



#### **A44. Einflussfaktoren auf die Veränderung des dispositionalen Interesses (NC)**

N=51	M1
Prädiktoren	beta
Autonomie	
Kompetenz	
Subj. Lernerfolg	
Wohlfühlen	
SI Catch	-.11
SI Hold	-.19
Interesse TH	-.32*
Umfang der Beschäftigung TH	
$R^2_k$	.21**

TOL>=.62, VIF<=1.62, KI=18.78

#### **A45. Einflussfaktoren auf die Veränderung des dispositionalen Interesses (CU)**

N=39	M1
Prädiktoren	beta
Autonomie	
Kompetenz	
Subj. Lernerfolg	
Wohlfühlen	
SI Catch	-.31
SI Hold	.30
Interesse TH	-.39*
Umfang der Beschäftigung TH	
R2k	.14*

TOL>=.6. VIF<=1.66, KI=18.04

### A46. Mittelfristige Veränderung der selbstbezogenen Kognition (CU)

	MZP 1		MZP 3	
	M (SD)	M (SD)	t (df)	d
Kenntnisse NW	2.89 (.96) 37	3.07 (.96) 37	-1.66 n.s. (36)	.18
Kenntnisse TH	2.40 (1.21) 37	2.51 (1.36) 37	-.69 n.s. (36)	.08
Selbstkonzept CH	3.37 (1.21) 38	3.60 (1.11) 38	-2.27* (37)	.20

### A47. Mittelfristige Veränderung der selbstbezogenen Kognition (NC-I)

	MZP 2		MZP 3	
	M (SD)	M (SD)	t (df)	d
Kenntnisse NW	3,05 (.75) 160	3,00 (.85) 160	1.11 n.s. (159)	.07
Kenntnisse TH	2,62 (1,16) 157	2,39 (1,23) 157	3.17** (156)	.19
Selbstkonzept CH	3,48 (.98) 170	3,43 (1,10) 170	.98 n.s. (169)	.05

### A48. Mittelfristige Veränderung der selbstbezogenen Kognition (NN)

	MZP 2		MZP 3	
	M (SD)	M (SD)	t (df)	d
Kenntnisse NW	2,82 (.63) 72	2,82 (.71) 72	-.12 n.s. (71)	.01
Kenntnisse TH	2,11 (1,08) 71	2,05 (.97) 71	.71 n.s. (70)	.05
Selbstkonzept CH	3,19 (.97) 79	3,21 (1,02) 79	-.20 n.s. (78)	.02

### A49. Mittelfristige Wissensveränderungen (CU MZP 2-3)

	MZP 2		MZP 3	
N=38	M (SD)	M (SD)	t (df)	d
Gesamt-Skala	4.34 (.41)	4.24 (.46)	2.73** (37)	.25
Atome + Moleküle	4.47 (.48)	4.35 (.57)	1.56 n.s. (37)	.24
Proteine + Antikörper	4.54 (.47)	4.32 (.60)	3.25** (37)	.40
Modellverständnis	4.14 (.54)	4.11 (.51)	.57 n.s. (37)	.06

## A50. Mittelfristige Wissensveränderungen (NC-I MZP 2-3)

	MZP 2		MZP 3	
	M (SD)	M (SD)	t (df)	d
N=49				
Gesamt-Skala	4.17 (.50)	4.14 (.47)	.56 n.s. (48)	.05
Atome + Moleküle	4.24 (.57)	4.18 (.53)	1.00 n.s. (48)	.12
Proteine + Antikörper	4.36 (.65)	4.32 (.65)	.52 n.s. (48)	.07
Modellverständnis	4.01 (.56)	4.02 (.49)	-.33 n.s. (48)	.04

## A51. Wissensveränderungen unterschiedlicher Vorwissensgruppen (CU FU)

Skala	niedrig			mittel			hoch				
	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	M (SD) N	F (df)	eta <sup>2</sup>	ni-mi	ni-ho	mi-ho
Veränderung MZP 1-2	.36 (.21) 10	.37 (.24) 14	.12 (.19) 14	5.51** (2;35)	.240	n.s.	*	*			
Veränderung MZP 2-3	-.13 (.23) 10	-.18 (.31) 14	-.01 (.17) 14	1.95 n.s. (2;35)	.100	n.s.	n.s.	n.s.			
Veränderung MZP 1-3	.19 (.16) 10	.20 (.32) 14	.12 (.21) 14	.42 n.s. (2;35)	.024	n.s.	n.s.	n.s.			





#### A54. Zusammenhang zwischen kurzfristigen Veränderungen in den Subskalen (CU)

N=62	2	3
1 Veränderung A MZP 1-2	.35**	.17
2 Veränderung P MZP 1-2		.10
3 Veränderung M MZP 1-2		

#### A55. Zusammenhang zwischen kurzfristigen und mittelfristigen Veränderungen in den Subskalen (CU-FU)

N=38	2	3	4	5	6
1 Veränderung A MZP 1-2	.44**	.17	.15	.04	.19
2 Veränderung P MZP 1-2		.14	.14	.55***	.09
3 Veränderung M MZP 1-2			.32*	-.21	.43**
4 Veränderung A MZP 1-3				.02	.05
5 Veränderung P MZP 1-3					.15
6 Veränderung M MZP 1-3					

#### A56. Zusammenhang zwischen Vorwissen und Wissensveränderungen (CU-FU)

N=38	2	3	4
1 Vorwissen	-.42**	.22	-.12
2 Veränderung MZP 1-2		-.49**	.45**
3 Veränderung MZP 2-3			.53***
4 Veränderung MZP 1-3			

#### A57. Selbstbezogene Kognition als Einflussfaktor auf die mittelfristigen Wissensveränderungen (MZP 1-3)

N=37	M1	M2	M3
Prädiktoren	beta	beta	beta
Kenntnisse NW	.40+		.53*
Kenntnisse TH	.00		.09
Selbstkonzept CH	-.44*		-.29
Vorwissen		-.12	-.36
R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	.10+	-.01	.12+

M1: TOL>=.6, VIF<=1.67, KI=9.43

M3: TOL>=.33, VIF<=3.06, KI=46.03

### A58. Dispositionales Interesse als Einflussfaktor auf die mittelfristigen Wissensveränderungen (MZP 1-3)

N=38	M1	M2	M3	M4	M5
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta	beta
Freude NW	.49+				
Wert NW		.56**			
Aktivität NW			.46+		
Interesse NW				-.09	
Interesse TH					.29
Vorwissen	-.49+	-.49*	-.47+	-.07	-.26
R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	.07	.15*	.06	-.04	.03

M1: TOL>=.42, VIF<=2.36, KI=31.41

M2: TOL>=.58, VIF<=1.74, KI=27.33

M3: TOL>=.43, VIF<=2.32, KI=31.77

M4: TOL>=.67, VIF<=1.5. KI=25.55

M5: TOL>=.77, VIF<=1.30. KI=24.83

### A59. Kognitive Lernaktivitäten als Einflussfaktor auf die mittelfristigen Wissensveränderungen (MZP 1-3)

N=38	M1	M2	M3	M4	M5
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta	beta
LA Nachvollziehen	.28			.28	.42
LA Vertiefen		-.23		-.05	-.01
LA Organisieren			-.33+	-.43+	-.42+
Vorwissen	-.32	-.06	.04		-.22
R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	.00	.01	.05	.09	.09

M1: TOL>=.51, VIF<=1.96, KI=28.95

M2: TOL>=.92, VIF<=1.08, KI=23.28

M3: TOL>=.78, VIF<=1.28, KI=24.48

M4: TOL>=.52, VIF<=1.92, KI=13.65

M5: TOL>=.44, VIF<=2.30. KI=37.70

### A60. Nachfolgende Beschäftigungen als Einflussfaktor auf die mittelfristigen Wissensveränderungen (MZP 1-3)

N=38	M1	M2	M3	M4
Prädiktoren	beta	beta	beta	beta
Umfang Beschäft.	-.26		-.25	-.26
Häufigere Beschäft.		.13	.05	.05
Vorwissen				.01
R <sup>2</sup> <sub>k</sub>	.04	-.01	.02	.01

M3: TOL>=.99, VIF<=1.01, KI=2.50

M4: TOL>=.76, VIF<=1.31, KI=25.35

## A61. Explorativer Exkurs zu den Modellvorstellungen

Die im Theorieteil berichteten Studien weisen auf heterogene Lernervorstellungen zu Modellen hin (vgl. Kapitel 3.3.5), weshalb im Folgenden ein explorativer Exkurs zu den einzelnen Aspekten des Modellverständnisses erfolgt.

Bei rund 10% der Besucher bestehen völlig unangemessene und bei 13% tendenziell unangemessene Vorstellungen zum Verhältnis von Modell und Wirklichkeit (naiv-realistische Sichtweise). Sie gehen davon aus, dass „Ein Computer-Molekülmodell zeigt, wie Moleküle in Wirklichkeit sind“. Deutlich mehr Besucher haben unangemessene (36%) bzw. tendenziell unangemessene Vorstellungen (34%) zur Rolle von Experimenten im Forschungsprozess und den Möglichkeiten zur Verifikation („Mit Experimenten können Wissenschaftler beweisen wie Atome und Moleküle in Wirklichkeit sind“).

In Bezug auf die Zweckgebundenheit, Multiplizität und Veränderlichkeit von Molekülmodellen ist hingegen ein größeres Modellverständnis feststellbar. 76% der Besucher haben mindestens tendenziell angemessene Vorstellungen darüber, dass je nach Kontext und Zweck unterschiedliche Modelle verwendet werden. Das Item „Wenn mehrere Modelle dasselbe Molekül erklären, dann ist nur eines davon richtig“ beantworteten 82% der Besucher angemessen oder tendenziell angemessen. Die Veränderlichkeit von Modellen von Atomen und Molekülen ist bei den Besuchern ebenfalls eine relativ weit verbreitete Vorstellung, die 65% der Befragten angemessen oder tendenziell angemessen beantworteten.

Die Rolle und Entstehung von Modellen im Forschungsprozess sowie deren Verbreitung wurde mit drei weiteren Items untersucht. Während 29% der Besucher die Funktion von Modellen (zumindest tendenziell) im Vermittlungsprozess für Laien sehen, würdigen 60% (zumindest tendenziell) die Relevanz der Rolle der Modelle für den Forschungsprozess. Der geschaffene Charakter der Modelle und die dafür notwendige Kreativität und Interpretationen der Forscher werden von 60% (tendenziell) erkannt, während 29% diese Aussage (tendenziell) ablehnen. Schließlich wurde nach der Relevanz anderer Forscher für die Durchsetzung eines Modells im Vergleich zur Wichtigkeit von Belegen gefragt. Der überwiegende Teil der Studienteilnehmer (74%) stimmt (tendenziell) zu, dass die Forschungscommunity für die Durchsetzung von neuen Modellen ebenso wichtig ist wie Belege. Nur 5% der Besucher lehnen diese Aussage (tendenziell) ab.





## Literaturverzeichnis

- Achtenhagen, F. & Lempert, W. (2000). Lebenslanges Lernen im Beruf - seine Grundlegung im Kindes- und Jugendalter. Leske + Budrich.
- Adelman, L. M., Falk, J. D. & James, S. (2000). Impact of National Aquarium in Baltimore on Visitor's Conservation Attitudes, Behavior and Knowledge. *Curator: The Museum Journal*, 43(1), S. 33-61.
- Albers, S., Klapper, D., Konradt, U., Walter, A. & Wolf, J. (2009). *Methodik der empirischen Forschung* Bd. 3. Gabler.
- Alexander, P. A., Kulikowich, J. M. & Schulze, S. K. (1994). The influence of topic knowledge, domain knowledge, and interest on the comprehension of scientific exposition. *Learning and Individual Differences*, 6(4), S. 379-397.
- Alexander, P. A., Schallert, D. L. & Hare, V. C. (1991). Coming to Terms: How Researchers in Learning and Literacy Talk About Knowledge. *Review of Educational Research*, 61(3), S. 315-343.
- American Association for the Advancement of Science AAAS. (1993). Benchmarks for science literacy: project 2061.
- Anderson, D. (2003). Visitors' Long-term Memories of World Expositions. *Curator: The Museum Journal*, 46(4), S. 401-420.
- Anderson, D., Lucas, K. B., Ginns, I. S. & Dierking, L. D. (2000). Development of knowledge about electricity and magnetism during a visit to a science museum and related post-visit activities. *Science Education*, 84(5), S. 658-679.
- Anderson, D. & Shimizu, H. (2007). Recollections of Expo 70: Visitors' Experiences and the Retention of Vivid Long-Term Memories. *Curator: The Museum Journal*, 50/4, S. 435-454.
- Anderson, D., Storksdieck, M. & Spock, M. (2007). Understanding the Long-Term Impacts of Museum Experiences. In J. H. Falk, L. D. Dierking, & S. Foutz (Hrsg.), *In Principle, In Practice: Museums as Learning Institutions*, S. 197-215. Lanham [u.a.]: Altamira Press.
- Artelt, C. (2000). Wie prädiktiv sind retrospektive Selbstberichte über den Gebrauch von Lernstrategien für strategisches Lernen? *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 14(2), S. 72-84.
- Artelt, C. & Moschner, B. (2005). *Lernstrategien und Metakognition: Implikationen für Forschung und Praxis*. Waxmann.
- Auer, H., Böhner, K., Osten, G. von der, Schäfer, W., Treinen, H. & Waetzoldt, S. (Hrsg.). (1974). *Denkschrift Museen: Zur Lage der Museen in der Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West)*. Boldt, Boppard.
- Ausubel, D. P. (1960). The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of Educational Psychology*, 51(5), S. 267-272.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- AWA. (2013). *Museen, Galerien, Kunstausstellungen besuchen - Häufigkeit in Deutschland bis 2013 | Zeitreihe. Allensbacher Markt- und Werbeträger-Analyse*. Institut für Demoskopie Allensbach.
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W. & Weiber, R. (2008). *Multivariate Analysemethoden*.
- Barnard, W. A. & Loomis, R. J. (1994). The Museum Exhibit as a Visual Learning Medium. *Visitor Behavior*, 9(2), S. 14-17.
- Bartels, D. M. & Hein, G. E. (2003). Learning in Settings Other Than Schools. *Educational Researcher*, 32(6), S. 38-43.
- Bartholomew, H., Osborne, J. & Ratcliffe, M. (2004). Teaching students Ideas-about-science: Five dimensions of effective practice. *Science Education*, 88(5), S. 655-682.
- Bauhoff, V., Huff, M. & Schwan, S. (2008, September). *Bild-Bild Relationen bei multiplen dynamischen Repräsentationen in der Chemie. Gehalten: Lernen im Museum: Die Rolle digitaler Medien. Rückblick und Bilanz - Ausblick und Perspektiven. Workshop im Deutschen Museum, München*.

- Baumert, J. (2000). Fähigkeit zum selbstregulierten Lernen als fächerübergreifende Kompetenz. Berlin: MPIG.
- Baumert, J., Bos, W., Brockmann, J., Gruehn, S., Klieme, E., Köller, O., Lehmann, R., et al. (2000). TIMSS/III-Deutschland: Der Abschlussbericht - Zusammenfassung ausgewählter Ergebnisse der Dritten Internationalen Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie zur mathematischen und naturwissenschaftlichen Bildung am Ende der Schullaufbahn. MPG.
- Bäumler, C. (2004). Bildung und Unterhaltung im Museum: Das museale Selbstbild im Wandel. LIT.
- Bell, P., Lewenstein, B., Shouse, A. W. & Feder, M. A. (Hrsg.). (2009). Learning science in informal environments: people, places, and pursuits. Washington, DC: The National Academies Press.
- Berger, R. & Hänze, M. (2004). Das Gruppenpuzzle im Physikunterricht der Sekundarstufe: Einfluss auf Motivation, Lernen und Leistung. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 10, S. 205–219.
- Bindernagel, J. A. & Eilks, I. (2008). Modelle und Modelldenken im Chemieunterricht und ein Einblick in das Verständnis von erfahrenen Chemielehrkräften. CHEMKON, 15(4), S. 181–186.
- Bitgood, S. (2002). Environmental Psychology in Museums, Zoos, and other Exhibition Centers. In R. Bechtel & A. Churchman (Hrsg.), Handbook of Environmental Psychology, S. 461–480. John Wiley & Sons.
- Bitgood, S. (2003). The Role of Attention in Designing Effective Interpretive labels. Journal of Interpretation Research, 5(2), S. 31–45.
- Bitgood, S. (2006a). An analysis of visitor circulation: Movement patterns and the general value principle. Curator: The Museum Journal, 49(4), S. 463–475.
- Bitgood, S. (2006b). Interest and Effort as Predictors of Reading: A Test of the General Value Principle. Current Trends in Audience Research, Bd. 19.
- Bitgood, S. (2009a). Museum Fatigue: A Critical Review. Visitor Studies, 12(2), S. 93–111.
- Bitgood, S. (2009b). When Is „Museum Fatigue“ Not Fatigue? Curator: The Museum Journal, 52(2), S. 193–202.
- Bitgood, S. C. & Loomis, R. J. (1993). Environmental Design and Evaluation in Museums. Environment and Behavior, 25(6), S. 683–697.
- Bitgood, S. & Cleghom, A. (1994). Memory of Objects, Labels, and Other Sensory Impressions From a Museum Visit. Visitor Behavior, 9(2), S. 11–11.
- Bittner, A. (2002). Außerschulische Umweltbildung in der Evaluation: Wirkungen kurzzeitpädagogischer Maßnahmen auf Umwelt- und Naturschutzinteressen von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I. Universität Göttingen.
- Black, G. (2005). The engaging museum: developing museums for visitor involvement. Routledge.
- Bloom, J. (1992). Science and technology museums face the future. In J. Durant (Hrsg.), Museums and the public understanding of science, S. 15–20. London: Science Museum.
- Blumschein, P. (2003). Eine Metaanalyse zur Effektivität multimedialen Lernens am Beispiel der anchored instruction. Universität Freiburg.
- Bodmer, W. (1985). The Public Understanding of Science.
- Boekaerts, M. (1997). Self-regulated learning: a new concept embraced by researchers, policy makers, educators, teachers, and students. Learning and Instruction, 7(2), S. 161–186.
- Bortz, J. (1999). Statistik: für Sozialwissenschaftler 5. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Bortz, J. (2005). Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler mit 87 Tabellen Bd. 4. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Borun, M., Chambers, M. & Cleghorn, A. (1996). Families are learning in science museums. Curator: The Museum Journal, 39, S. 123–138.
- Boulter, C. J. & Buckley, B. C. (2000). Constructing a Typology of Models for Science Education. In J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Hrsg.), Developing models in science education, S. 41–57. Dordrecht u.a.: Kluwer.

- Breitsameter, F., Hauser, B., Walter, H. & Kampschulte, L. (Hrsg.). (2009). Nano- und Biotechnologie im Zentrum Neue Technologien. München: Deutsches Museum.
- Briseño-Garzón, A., Anderson, D. & Anderson, A. (2007a). Entry and Emergent Agendas of Adults Visiting an Aquarium in Family Groups. *Visitor Studies*, 10(1)(1), S. 73–89.
- Briseño-Garzón, A., Anderson, D. & Anderson, A. (2007b). Adult Learning Experiences from an Aquarium Visit: The Role of Social Interactions in Family Groups. *Curator: The Museum Journal*, 50(3), S. 299–318.
- Brückner, U. R. (2006). Szenografie als interdisziplinäres Medium zur Dialogisierung zwischen Raum und Objekt, zwischen Inhalt und Rezipient. In S. Schwan, H. Trischler, & M. Prenzel (Hrsg.), *Lernen im Museum: Die Rolle von Medien für die Resituierung von Exponaten*, S. 113–124. Berlin: Inst. für Museumsforschung, Staatl. Museen zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz.
- Brüning, J. (2002). Einführung. Ausstellungen als Instrument der Wissensvermittlung - Exhibitions as a tool for transmitting knowledge. *Dokumentation des Workshops*, Berlin.
- Bud, R. (1995). Science, meaning and myth in the museum. *Public Understanding of Science*, 4(1), S. 1–16.
- Bühner, M. & Ziegler, M. (2009). *Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler*. Pearson Studium.
- Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK). (1997). Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“ (No. 60). Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung.
- Burger, J. (2001). Schülervorstellungen zu „Energie im biologischen Kontext“: Ermittlungen, Analysen und Schlussfolgerungen; ein Beitrag zur Verminderung von Lernschwierigkeiten im Biologieunterricht der Sekundarstufen durch vermehrte Berücksichtigung von Schülervorstellungen zu „Energie im biologischen Kontext“ in konstruktivistischer Lernumgebung. Fakultät für Biologie der Universität Bielefeld.
- Burns, T. W., O'Connor, D. J. & Stocklmayer, S. M. (2003). Science Communication: A Contemporary Definition. *Public Understanding of Science*, 12(2), S. 183–203.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: from purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Bybee, R. W. (2002). Scientific Literacy - Mythos oder Realität? In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa, & R. Evans (Hrsg.), *Scientific literacy: der Beitrag der Naturwissenschaften zur allgemeinen Bildung*, S. 21–43. Opladen: Leske + Budrich.
- Carbonell, B. M. (2004). *Museum studies an anthology of contexts*. Blackwell Pub.
- Carey, S., Evans, R., Honda, M., Jay, E. & Unger, C. (1989). „An experiment is when you try it and see if it works“: a study of grade 7 students' understanding of the construction of scientific knowledge. *International Journal of Science Education*, 11(5), S. 514–529.
- Caulton, T. (1998). *Hands-on exhibitions managing interactive museums and science centres* Bd. 1. publ. Routledge.
- Chandler, P. & Sweller, J. (1991). Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. *Cognition and Instruction*, 8(4), S. 293–332.
- Chittenden, D., Farmelo, G. & Lewenstein, B. V. (2004). *Creating connections: museums and the public understanding of current research*. AltaMira Press.
- Chittleborough, G. D. (2004). *The Role of Teaching Models and Chemical Representations in Developing Students' Mental Models of Chemical Phenomena*. Curtin University.
- Chittleborough, G. D., Treagust, D. F., Mamiala, T. L. & Mocerino, M. (2005). Students' perceptions of the role of models in the process of science and in the process of learning. *Research in Science & Technological Education*, 23(2), S. 195–212.
- Chittleborough, G. & Treagust, D. F. (2007). The modelling ability of non-major chemistry students and their understanding of the sub-microscopic level. *Chemistry Education Research and Practice*, 8 (3), S. 274–292.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates.
- Combs, A. (1999). Why do they Come? Listening to Visitors at a Decorative Arts Museum. *Curator: The Museum Journal*, 42(3), S. 186–197.

- Commandeur, B., Gottfried, C. & Schmidt, M. (2007). *Industrie- und Technikmuseen: Historisches Lernen mit Zeugnissen der Industrialisierung*. Wochenschau-Verlag.
- Conein, S. (2004). *Erwachsenenbildung und die Popularisierung von Wissenschaft Probleme und Perspektiven bei der Vermittlung von Mathematik, Naturwissenschaften und Technik*. Bertelsmann.
- Conner, F. (2007). *Too Small to See*. Summative Evaluation Report S. 42. Edu, Inc. Ithaca, NY.
- Corredor, J. (2006). General and domain-specific influence of prior knowledge on setting of goals and content use in museum websites. *Computers & Education*, 47(2), S. 207–221.
- Cota, A. & Bitgood, S. (1994). *Museum Studies of Memory: Selected Abstracts*. *Visitor Behavior*, 9(2), S. 13–14.
- Cranach, M. von & Bangerter, A. (2000). Wissen und Handeln in systemischer Perspektive: Ein komplexes Problem. In H. Mandl & J. Gerstenmaier (Hrsg.), *Die Kluft zwischen Wissen und Handeln: empirische und theoretische Lösungsansätze*, S. 221–252. Göttingen: Hogrefe.
- Crawford, B. & Cullin, M. (2005). Dynamic Assessments of Preservice Teachers' Knowledge of Models and Modelling. In K. Boersma, M. Goedhart, O. de Jong, & H. Eijkelhof (Hrsg.), *Research and the Quality of Science Education*, S. 309–323. Springer Netherlands.
- Crew, S. R. (2007). Involving the Community: The Museum as Forum for Dialogue and Learning. In B. Lord (Hrsg.), *The manual of museum learning*, S. 107–133. Lanham: Rowman & Littlefield.
- Criswell, B. (2011). Do You See What I See? Lessons about the Use of Models in High School Chemistry Classes. *Journal of Chemical Education*, 88(4), S. 415–419.
- Csikszentmihalyi, M. & Hermanson, K. (1995). Intrinsic motivation in museums: why does one want to learn? In J. H. Falk & L. D. Dierking (Hrsg.), *Public institutions for personal learning: Establishing a research agenda*, S. 67–77. Washington, DC: American Association of Museums.
- Davey, G. (2005). What is Museum Fatigue? *Visitor Studies*, 8(3), S. 17–21.
- Davies, P. (2004). Anerkennung und Wertschätzung informellen und formellen Lernens. Die Rolle der Universitäten, der Erwachsenenbildung und der Museen. In H. John & J. Thinesse-Demel (Hrsg.), *Lernort Museum - neu verortet! Ressourcen für soziale Integration und individuelle Entwicklung*. Ein europäisches Praxishandbuch, S. 119–122. Bielefeld: transcript Verlag.
- Deci, E. L. (1998). The Relation of Interest to Motivation and Human Needs - The Self-Determination Theory Viewpoint. In L. Hoffmann, A. Krapp, K. A. Renninger, & J. Baumert (Hrsg.), *Interest and learning: Proceedings of the Seon Conference on Interest and Gender*, S. 146–162. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften IPN.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Plenum Press.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung fuer die Paedagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39 (2), S. 223–238.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (2000). Target Article: The „What“ and „Why“ of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), S. 227–268.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (2002). *Handbook of self-determination research*. University of Rochester Press.
- Deci, E. L., Ryan, R. M. & Williams, G. C. (1996). Need satisfaction and the self-regulation of learning. *Learning and Individual Differences*, Special Issue: A Symposium on Self-Regulated Learning 8(3), S. 165–183.
- Deutsche Forschungsgemeinschaft (Hrsg.). (1971). *Die Notlage der Museen in der Bundesrepublik Deutschland: Appell zur Soforthilfe*. Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG).
- Develaki, M. (1998). *Die Relevanz der Wissenschaftstheorie für das Physikverstehen und Physiklehren: ein Beitrag zur Untersuchung der wissenschaftstheoretischen Ansichten von Physiklehrern und Physikstudenten*. Berlin: Freie Universität.

- Dickhäuser, O. (2006). Fähigkeitsselbstkonzepte. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 20(1), S. 5–8.
- Dierking, L. (1991). Learning Theory and Learning Styles: An Overview. *The journal of museum education*, 16(1), S. 4–6.
- Dierking, L. D. & Falk, J. H. (1998a). Understanding Free-Choice Learning: A Review of the Research and its Application to Museum Web Sites. *Museums and the Web*, Toronto, Canada.
- Dierking, L. D. & Falk, J. H. (1998b). Audience and Accessibility. In S. Thomas & A. Mintz (Hrsg.), *The virtual and the real: media in the museum*, S. 57–70. Washington, DC: American Association of Museums.
- Dierking, L. D., Falk, J. H., Rennie, L. J., Anderson, D. & Ellenbogen, K. (2003). Policy Statement of the „Informal Science Education“ Ad Hoc Committee. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, S. 108–111.
- Dittmar, M. (2007). Zur Feststellung der Eignung von Schülern für das Fachgymnasium Wirtschaft: Entwicklung und Validierung eines Auswahlinstrumentariums. Georg-August-Universität zu Göttingen.
- Doering, Z. D., Bickford, A., Karns, D. A. & Kindlon, A. E. (1999). Communication and Persuasion in a Didactic Exhibition: The Power of Maps Study. *Curator: The Museum Journal*, 42(2), S. 88–107.
- Donald, J. G. (1991). The Measurement of Learning in the Museum. *Canadian Journal of Education / Revue canadienne de l'éducation*, 16(3), S. 371–382.
- Van Driel, J. H. & Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 21(11), S. 1141–1153.
- Driver, R. (1996). *Making sense of secondary science research into children's ideas*. Routledge.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P. (1996). *Young people images of science*. Open University Press.
- Duit, R. (1995). Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschafts-didaktischen Lehr-Lernforschung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41(6), S. 905–926.
- Duit, R. (1997). Alltagsvorstellungen und Konzeptwechsel im naturwissenschaftlichen Unterricht - Forschungsstand und Perspektiven für den Sachunterricht in der Primarstufe. In W. Köhnlein, B. Marquardt-Mau, & H. Schreier (Hrsg.), *Kinder auf dem Wege zum Verstehen der Welt*, S. 233–246. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Duit, R. (2010). Alltagsvorstellungen und Physik lernen. In E. Kircher, R. Girwitz, & P. Häußler (Hrsg.), *Physikdidaktik : Theorie und Praxis*, S. 605–630. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Duit, R., Niedderer, H. & Schecker, H. (2007). Teaching Physics. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of research on science education*, S. 599–629. Mahwah, NJ u.a.: Erlbaum.
- Dunlap, W. P., Cortina, J. M., Vaslow, J. B. & Burke, M. J. (1996). Meta-Analysis of Experiments With Matched Groups or Repeated Measures Designs. *Psychological Methods*, 1(2), S. 170–177.
- Durant, J. (1992). *Museums and the public understanding of science*. London: Science Museum.
- Economou, M. (1998). The Evaluation of Museum Multimedia Applications: Lessons from Research. *Museum Management and Curatorship*, 17(2), S. 173–187.
- El Takach, S. (2005). Developing students understanding of the nature of science in the context of Alexander von Humboldts legacy for Grade 5 and Grade 6 classrooms in Baden-Württemberg schools. Heidelberg: Pädagogischen Hochschule.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), S. 417–436.
- Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), S. 1057–1095.
- Ellenbogen, K. M., Luke, J. J. & Dierking, L. D. (2004). Family learning research in museums: An emerging disciplinary matrix? *Science Education*, 88(S1), S. 48–58.

- Euler, M. (2010). Schülerlabore: Lernen durch Forschen und Entwickeln. In E. Kircher, R. Girwidz, & P. Häussler (Hrsg.), *Physikdidaktik: Theorie und Praxis*, S. 799–818. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Falk, J. D. & Dierking, L. D. (1992). *The museum experience*. Whalesback Books.
- Falk, J. D. & Dierking, L. D. (2002). *Lessons without limits: How free-choice learning is transforming education*. AltaMira Press.
- Falk, J. H. (1998). Visitors: Who Does, Who Doesn't and Why. *Museum News*, 77(2), S. 38–43.
- Falk, J. H. (2006). An identity-centered approach to understanding museum learning. *Curator: The Museum Journal*, 49(2), S. 151–166.
- Falk, J. H. (2009). *Identity and the museum visitor experience*. Left Coast Press.
- Falk, J. H. & Adelman, L. M. (2003). Investigating the impact of prior knowledge and interest on aquarium visitor learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), S. 163–176.
- Falk, J. H. & Dierking, L. D. (1995). *Public institutions for personal learning: Establishing a research agenda*. Washington, DC: American Association of Museums.
- Falk, J. H. & Dierking, L. D. (2000). *Learning from museums: Visitor experiences and the making of meaning*. AltaMira Press.
- Falk, J. H. & Dierking, L. D. (2012). *The museum experience revisited*. Walnut Creek, CA: Left Coast Press.
- Falk, J. H., Dierking, L. D. & Adams, M. (2006). Living in a Learning Society. In Sharoncdonald (Hrsg.), *A Companion to Museum Studies*, S. 323–339. Blackwell Publishing Ltd.
- Falk, J. H., Dierking, L. D. & Foutz, S. (2007). *In principle, in practice: museums as learning institutions*. Altamira Press.
- Falk, J. H., Joseph Heimlich & Bronnenkant, K. (2008). Using Identity-Related Visit Motivations as a Tool for Understanding Adult Zoo and Aquarium Visitors' Meaning-making. *Curator*, 51(1), S. 55–55.
- Falk, J. H., Moussouri, T. & Coulson, D. (1998). The effect of visitors' agendas on museum learning. *Curator: The Museum Journal*, 41, S. 107–120.
- Falk, J. H., Scott, C., Dierking, L., Rennie, L. J. & Cohen Jones, M. (2004). Interactives and Visitor Learning. *Curator: The Museum Journal*, 47(2), S. 171–198.
- Falk, J. H. & Storksdieck, M. (2005a). Using the contextual model of learning to understand visitor learning from a science center exhibition. *Science Education*, 89(5), S. 744–778.
- Falk, J. H. & Storksdieck, M. (2005b). Learning science from museums - *Museus e o aprendizado da ciência*. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, 12 (supplement), S. 117–143.
- Falk, J. H. & Storksdieck, M. (2010). Science learning in a leisure setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(2), S. 194–212.
- Falk, J. H., Storksdieck, M. & Dierking, L. D. (2007). Investigating public science interest and understanding: evidence for the importance of free-choice learning. *Public Understanding of Science*, 16(4), S. 455–469.
- Field, H. & Powell, P. (2001). Public understanding of science versus public understanding of research. *Public Understanding of Science*, 10(4), S. 421–426.
- Fischler, H. & Peuckert, J. (1999). Abschlussbericht zum DFG-Projekt. Stabilität und Ausprägung der im Physik- und Chemieunterricht der Sekundarstufe I erworbenen Wissensstrukturen im Bereich des Atombegriffs.
- Flores-Camacho, F., Gallegos-Cãizares, L., Garritz, A. & Garcã-a-Franco, A. (2007). Incommensurability and Multiple Models: Representations of the Structure of Matter in Undergraduate Chemistry Students. *Science & Education*, 16(7), S. 775–800.
- Franz, U. (2008). *Lehrer- und Unterrichtsvariablen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Garratt, J., Tomlinson, J., Hardy, S. & Clowc, D. (2000). Evaluation of teaching and learning: matching knowledge with confidence - COMMUNICATION. *University Chemistry Education*, 4(1), S. 17–22.
- Gelman, R. & Greeno, R. (1989). On The Nature of Competence: Principles for Understanding in a Domain. In L. B. Resnick & R. Glaser (Hrsg.), *Knowing, learning, and*

- instruction essays in honor of Robert Glaser, S. 125–186. Hillsdale, NJ u.a.: Erlbaum.
- Georghiades, P. (2000). Beyond conceptual change learning in science education: focusing on transfer, durability and metacognition. *Educational Research*, 42(2), S. 119–139.
- Gerstenmaier, J. & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41(6), S. 867–888.
- Gerstenmaier, J. & Mandl, H. (2000). *Konstruktivistische Ansätze in der Psychologie* (No. 123). München: Ludwig-Maximilians-Universität.
- Geyer, C. (2008). Museums- und Science-Center-Besuche im naturwissenschaftlichen Unterricht aus einer motivationalen Perspektive. München: Technische Universität.
- Gilman, B. I. (1916). Museum Fatigue. *The Scientific Monthly*, 2(1), S. 62–74.
- Gorman, A. K. (2008). Museum education assessment survey of practitioners in Florida art museums. Florida State University.
- Gräber, W. & Nentwig, P. (2002). Scientific Literacy - Naturwissenschaftliche Grundbildung in der Diskussion. In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa, & R. Evans (Hrsg.), *Scientific literacy: der Beitrag der Naturwissenschaften zur allgemeinen Bildung*, S. 7–20. Opladen: Leske + Budrich.
- Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, T. & Evans, R. (Hrsg.). (2002). *Scientific literacy: der Beitrag der Naturwissenschaften zur allgemeinen Bildung*. Opladen: Leske + Budrich.
- Graf, B. (2000). Besucherorientierung als Leitziel der Museumsarbeit in der Bundesrepublik Deutschland. In B. Repp & Landesstelle für die Nichtstaatlichen Museen in Bayern «München» (Hrsg.), *Geöffnet! Das Museum für den Besucher: Tagungsbericht*, S. 21–29.
- Graf, B. (2003). Ausstellungen als Instrument der Wissensvermittlung? Grundlagen und Bedingungen. *Museumskunde*, 68(1), S. 73–81.
- Graf, B. (2005). Sichtweisen zur veränderten Wahrnehmung von Objekten in Museen. VS, Verl. für Sozialwiss.
- Graf, B. & Noschka-Roos, A. (2009). Stichwort: Lernen im Museum. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 12(1), S. 7–27.
- Graf, B. & Treinen, H. (1983). Besucher im Technischen Museum: zum Besucherverhalten im Deutschen Museum München. Berlin: Gebr. Mann.
- Griffiths, A. (2003). Media Technology and Museum Display: A Century of Accommodation and Conflict. In D. Thorburn & H. Jenkins (Hrsg.), *Rethinking media change: the aesthetics of transition*, S. 375–89. MIT Press.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E. & Smith, C. L. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, S. 799–822.
- Grünewald Steiger, A. (2008). Instrumente der Bildung – Wege zum Lernen im Museum. gehalten: Tagung der Arbeitsgemeinschaft Musikermuseen Deutschlands in Leipzig.
- Grygier, P. (2008). Wissenschaftsverständnis von Grundschulern im Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Günther, J. (2006). Lehrerfortbildung über die Natur der Naturwissenschaften Studien über das Wissenschaftsverständnis von Grundschullehrkräften. Berlin: Logos Verl.
- Günther, J., Grygier, P., Kircher, E., Sodian, B. & Thoermer, C. (2004). Studien zum Wissenschaftsverständnis von Grundschullehrkräften. In J. Doll & M. Prenzel (Hrsg.), *Bildungsqualität von Schule: Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung*, S. 93–113. Münster, München u.a.: Waxmann.
- Harms, U. & Krombaß, A. (2008). Lernen im Museum - das Contextual Model of Learning. *Unterrichtswissenschaft*, 36(2), S. 150–166.
- Harrison, A. G. (1996). *Conceptual Change in Secondary Chemistry: The Role of Multiple Analogical Models of Atoms and Molecules*. Perth: Curtin University of Technology.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80(5), S. 509–534.



- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2000a). Learning about atoms, molecules, and chemical bonds: A case study of multiple-model use in grade 11 chemistry. *Science Education*, 84(3), S. 352–381.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2000b). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), S. 1011–1026.
- Hasselhorn, M. & Gold, A. (2006). *Pädagogische Psychologie: erfolgreiches Lernen und Lehren*. Kohlhammer.
- Hauser, B. (2007, Juni). Antrag auf Förderung durch den Freundes- und Förderkreis des Deutschen Museums e.V.
- Hauser, W. (2005). Auf dem Weg zu einem „Public Understanding of Research“. Das Zentrum Neue Technologien des Deutschen Museums. In A. Noschka-Roos & W. Hauser (Hrsg.), *Mit neuen Medien im Dialog mit den Besuchern? Grundlagen und Praxis am Beispiel des Zentrums Neue Technologien im Deutschen Museum*, S. 9–19. Berlin: G+H Verl.
- Hawkey, R. (2004). Learning with digital technologies in museums, science centres and galleries: a report for NESTA Futurelab. NESTA Futurelab.
- Heath, C., Lehn, D. V. & Osborne, J. (2005). Interaction and interactives: collaboration and participation with computer-based exhibits. *Public Understanding of Science*, 14(1), S. 91–102.
- Hein, G. E. (1995). The Constructivist Museum. *Journal for Education in Museums*, 16, S. 21–23.
- Hein, G. E. (1998). *Learning in the museum*. Routledge.
- Helmke, A. (2009). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Seelze-Velber: Klett-Kallmeyer.
- Hidi, S. (1990). Interest and Its Contribution as a Mental Resource for Learning. *Review of Educational Research*, 60(4), S. 549–571.
- Hidi, S. & Renninger, K. A. (2006). The Four-Phase Model of Interest Development. *Educational Psychologist*, 41(2), S. 111–127.
- Hidi, S., Renninger, K. A. & Krapp, A. (2004). Interest, a motivational construct that combines affective and cognitive functioning, 4. In D. Y. Dai & R. J. Sternberg (Hrsg.), *Motivation, Emotion, and Cognition: Integrative Perspectives on Intellectual Functioning and Development*, S. 89–115. Mahwah, N.J: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hidi, S., Weiss, J., Bemdorff, D. & Nolan, J. (1998). Interest and learning: Proceedings of the Seeon Conference on Interest and Gender. (A. K., K. Ann Renninger and Jürgen Baumert Lore Hoffmann & I. für die Pädagogik der Naturwissenschaften «Kiel», Hrsg.) S. 215–227.
- Hillman, T. (2006). *The Physical Context of Hands-on Interactive Museum Exhibits: Identification and Categorization of Pedagogically Relevant Concepts*. Ottawa: University of Ottawa.
- Hoffmann, L., Häußler, P. & Peters-Haft, S. (1997). *An den Interessen von Jungen und Mädchen orientierter Physikunterricht Ergebnisse eines BLK-Modellversuchs*. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften IPN.
- Hofheinz, V. (2008). *Kompetenzen, Kompetenzmodelle, Kompetenzentwicklung GDGP*. Jahrestagung in Essen 2007 S. 269–271.
- Hooper-Greenhill, E. (2002). Developing a scheme for finding evidence of the outcomes and impact of learning in museums, archives and libraries: the conceptual framework.
- Hooper-Greenhill, E. (2004). Measuring Learning Outcomes in Museums, Archives and Libraries: The Learning Impact Research Project (LIRP). *International Journal of Heritage Studies*, 10(2), S. 151–174.
- Hooper-Greenhill, E. (2007). Studying Visitors. In S. Macdonald (Hrsg.), *A Companion to Museum Studies*, S. 362–376.
- Höble, C., Höttecke, D. & Kircher, E. (2004). *Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften*. Schneider.
- Höttecke, D. (2001). Die Vorstellungen von Schülern und Schülerinnen von der „Natur der Naturwissenschaften“. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 7, S. 7–23.

- Höttecke, D. (2004). Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften. (C. Höhle, D. Höttecke, & E. Kircher, Hrsg.) S. 264–277.
- Höttecke, D. (2007). Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich [33. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDCCP) vom 18. bis 21. September 2006 in Bern]. Lit.
- Höttecke, D. & Rieß, F. (2007a). Rekonstruktion der Vorstellungen von Physikstudierenden über die Natur der Naturwissenschaften - eine explorative Studie. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule PhyDid*, 1/6, S. 1–14.
- Höttecke, D. & Rieß, F. (2007b). How Do Physics Teacher Students Understand the Nature of Science? An Explorative Study of a Well Informed Investigational Group. *Gehalten: Ninth International History, Philosophy, Sociology & Science Teaching Conference (IHPST), Calgary, Canada 2007, June 28 - 31, 2007.*
- Huff, M. & Schwan, S. (2011). Integrating information from two pictorial animations: Complexity and cognitive prerequisites influence performance. *Applied Cognitive Psychology*, 25(6), S. 878–886.
- Hugener, I. (2008). Inszenierungsmuster im Unterricht und Lernqualität: Sichtstrukturen schweizerischen und deutschen Mathematikunterrichts in ihrer Beziehung zu Schülerwahrnehmung und Lernleistung - eine Videoanalyse. Waxmann.
- Hurd, P. D. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, 82(3), S. 407–416.
- ICOM. (2007). *The Statutes of the International Council of Museums*. Wien.
- Iglhaut, S. (2006). Zwischen anklickbarem Exponat und Medieninstallation. In S. Schwan, H. Trischler, & M. Prenzel (Hrsg.), *Lernen im Museum: Die Rolle von Medien für die Resituierung von Exponaten*, S. 67–81. Berlin: Inst. für Museumsforschung, Staatl. Museen zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz.
- Jeffery-Clay, K. R. (1998). Constructivism in Museums: How Museums Create Meaningful Learning Environments. *The Journal of Museum Education*, 23(1), S. 3–9.
- Jong, O. D. & Taber, K. S. (2007). Teaching and Learning the Many Faces of Chemistry. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of research on science education*, S. 631–652. Mahwah, NJ u.a.: Erlbaum.
- De Jong, T. & Ferguson-Hessler, M. G. M. (1996). Types and qualities of knowledge. *Educational Psychologist*, 31(2), S. 105–113.
- Justi, R. & van Driel, J. (2005). The development of science teachers' knowledge on models and modelling: promoting, characterizing, and understanding the process. *International Journal of Science Education*, 27(5), S. 549–573.
- Justi, R. & Gilbert, J. (2002). Philosophy of chemistry in university chemical education: The case of models and modelling. *Foundations of Chemistry*, 4(3), S. 213–240.
- Justi, R. S. & Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), S. 369–387.
- Justi, R. S. & Gilbert, J. K. (2003). Teachers' views on the nature of models. *International Journal of Science Education*, 25(11), S. 1369–1386.
- Kaiser, B. (2006). *Inszenierung und Erlebnis in kulturhistorischen Ausstellungen : museale Kommunikation in kunstpädagogischer Perspektive*. Bielefeld: transcript Verlag.
- Karakas, M. (2007). The influence of constructivism on nature of Science as an area of research and as a classroom subject. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 8(2).
- Karp, J. & Leblang, J. (2004). *Making Models - Summative Evaluation Report*. Museum of Science Boston, MA and Program Evaluation and Research Group Lesley University.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion - Ein Rahmen für die naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3, S. 3–18.
- Kelly, L. (2007, Juni). The interrelations between adult museum visitors' learning identities and their museum experiences. University of Technology, Sydney.
- Khishfe, R. (2008). The development of seventh graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(4), S. 470–496.

- Kircher, E. (1995a). Studien zur Physikdidaktik: erkenntnis- und wissenschaftstheoretische Grundlagen. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften IPN.
- Kircher, E. (1995b). Studien zur Physikdidaktik: erkenntnis- und wissenschaftstheoretische Grundlagen. IPN.
- Kircher, E. (2010). Modellbegriff und Modellbildung in der Physikdidaktik. In E. Kircher, R. Girwidz, & P. Häußler (Hrsg.), *Physikdidaktik : Theorie und Praxis*, S. 735–762. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Kircher, E., Girwidz, R. & Häußler, P. (2007). *Physikdidaktik Theorie und Praxis*; mit 16 Tabellen. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Kircher, E., Girwidz, R. & Häußler, P. (2010a). *Physikdidaktik : Theorie und Praxis*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Kircher, E., Girwidz, R. & Häußler, P. (2010b). *Physikdidaktik : Theorie und Praxis*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Kirschner, P. A., Sweller, J. & Clark, R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), S. 75–86.
- Klein, H. J. (2000). Go West. Die Besucher des Deutschen Museums und ihre Meinungen über das Neue Verkehrsmuseum. Karlsruhe.
- Klein, H.-J. & Bachmayer, M. (1981). *Museum und Öffentlichkeit: Fakten und Daten, Motive und Barrieren*. Berlin: Gebr. Mann.
- Klein, H.-J. & Wüsthoff-Schäfer, B. (1990). *Inszenierung an Museen und ihre Wirkung auf Besucher*. Berlin: Gebr. Mann.
- Köller, O., Klemmert, H., Möller, J. & Baumert, J. (1999). Eine längsschnittliche Überprüfung des Modells des Internal/External Frame of ReferenceA Longitudinal Test of the Internal/External Frame of Reference Model. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 13(3), S. 128–134.
- Köller, O., Schnabel, K. U. & Baumert, J. (2000). Der Einfluß der Leistungsstärke von Schulen auf das fachspezifische Selbstkonzept der Begabung und das Interesse. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 32(2), S. 70–80.
- Köller, O., Trautwein, U., Lüdtke, O. & Baumert, J. (2006). Zum Zusammenspiel von schulischer Leistung, Selbstkonzept und Interesse in der gymnasialen Oberstufe. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 20(1), S. 27–39.
- Koran, J. J., Koran, M. L. & S., F. J. (1988). Using Modeling to Direct Attention. *Curator*, 31(1), S. 36–42.
- Körber, K. (2004). „Hands on!“ Wissenschaft zum Anfassen im Science Center. In S. Conein (Hrsg.), *Erwachsenenbildung und die Popularisierung von Wissenschaft Probleme und Perspektiven bei der Vermittlung von Mathematik, Naturwissenschaften und Technik*, S. 171–192. Bielefeld: Bertelsmann.
- Korff, G. (1993). Paradigmenwechsel im Museum? Gehalten: 20jähriges Bestehen des Werkbund-Archivs, Martin-Gropius-Bau.
- Korff, G. (1995). Die Eigenart der Museums-Dinge. Zur Materialität und Medialität des Museums. In K. Fast (Hrsg.), *Handbuch der museumspädagogischen Ansätze*, S. 17–28. Opladen: Leske + Budrich.
- Korff, G. (2002). Merkwelt Wissenschaft / Staging Science. In J. Brüning (Hrsg.), *Ausstellungen als Instrument der Wissensvermittlung - Exhibitions as a tool for transmitting knowledge. Dokumentation des Workshops*,. Berlin.
- Korff, G. & Roth, M. (Hrsg.). (1990). *Das historische Museum Labor, Schaubühne, Identitätsfabrik*. Campus-Verl.
- Kozma, R. (2003). The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. *Learning and Instruction*, 13(2), S. 205–226.
- Kozma, R. B., Russell, J. W., Jones, T., Wykoff, J., Marx, N. & Davis, J. (1997). Use of Simultaneous-Synchronized Macroscopic, Microscopic, and Symbolic Representations To Enhance the Teaching and Learning of Chemical Concepts. *Journal of Chemical Education*, 74(3), S. 330–null.
- Kraft, S. (2006). Die Lehre lebt. „Lehrforschung“ und Fachdidaktiken für die Weiterbildung – Resümee und Forschungsbedarfe. In E. Nuissl (Hrsg.), *Vom Lernen zum*

- Lehren. Lern- und Lehrforschung für die Weiterbildung, S. 209–216. Bielefeld: Bertelsmann.
- Krapp, A. (1992). Das Interessenkonstrukt. Bestimmungsmerkmale der Interessenhandlung und des individuellen Interesses aus Sicht einer Person-Gegenstands-Konzeption. In A. Krapp & M. Prenzel (Hrsg.), *Interesse, Lernen, Leistung: neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessenforschung*, S. 297–329. Münster: Aschendorff.
- Krapp, A. (1998). Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 45, S. 186–203.
- Krapp, A. (2000). Interest and human development during adolescence: an educational-psychological approach. In J. Heckhausen (Hrsg.), *Motivational psychology of human development*, S. 109–128. Amsterdam ; New York: Elsevier.
- Krapp, A. (2002a). Structural and dynamic aspects of interest development: theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction*, 12(4), S. 383–409.
- Krapp, A. (2002b). An Educational-Psychological Theory of Interest and Its Relation to SDT. In E. L. Deci (Hrsg.), *The handbook of self-determination research*, S. 405–427. Rochester: Univ. of Rochester Press.
- Krapp, A. (2003). Nachhaltige Lernmotivation als Ziel von Bildung und Unterricht. In Arbeitskreis Gymnasium und Wirtschaft e.V (Hrsg.), *Nachhaltige Lernmotivation und schulische Bildung, Heft 6: Motivieren und Evaluieren in Bildung und Unterricht*, S. 16–40. München: Arbeitskreis Gymnasium und Wirtschaft e.V.
- Krapp, A. (2005). Basic needs and the development of interest and intrinsic motivational orientations. *Learning and Instruction*, 15(5), S. 381–395.
- Krapp, A. (2006). Interesse. In D. H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch pädagogische Psychologie*, S. 280–290. Weinheim: Beltz.
- Krapp, A. (2007). An educational-psychological conceptualisation of interest. *International Journal for Educational and Vocational Guidance*, 7(1), S. 5–21.
- Krapp, A. & Lewalter, D. (2001). Development of Interests and Interest-Based Motivational Orientations: A Longitudinal Study in Vocational School and Work Settings. In S. Volet & S. Järvelä (Hrsg.), *Motivation in learning contexts: theoretical advances and methodological implications*, S. 209–232.
- Krapp, A. & Prenzel, M. (1992). *Interesse, Lernen, Leistung: neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessenforschung*. Aschendorff.
- Krapp, A. & Ryan, R. M. (2002). Selbstwirksamkeit und Lernmotivation. *Zeitschrift für Pädagogik*, 44, Beiheft: Selbstwirksamkeit und Motivationsprozesse in Bildungsinstitutionen, S. 54–82.
- Kreft, M. S. (2008). Wissenschaftsorientierter Biologieunterricht in Museum und Schule empirische Studie zur effektiven Vermittlung von scientific literacy.
- Krombaß, A. & Harms, U. (2006). Ein computergestütztes Informationssystem zur Biodiversität als motivierende und lernförderliche Ergänzung der Exponate eines Naturkundemuseums. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, S. 7–22.
- Krombaß, A., Urhahne, D. & Harms, U. (2007). Flow-Erleben von Schülerinnen und Schülern beim Lernen mit Computern und Ausstellungsobjekten in einem Naturkundemuseum. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13, S. 87–101.
- Krüger, D. (2007). Die Conceptual Change-Theorie. In P. D. D. Krüger & P. D. H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologie-didaktischen Forschung*, Springer-Lehrbuch S. 81–92. Springer Berlin Heidelberg.
- Kunz-Ott, H. (2009). Kulturelle Bildung im Museum: Aneignungsprozesse, Vermittlungsformen, Praxisbeispiele. Dokumentation der Fachtagung „Bildung - was sonst?! Aneignungsprozesse und Vermittlungsformen in Museen“ veranstaltet vom Bundesverband Museumspädagogik e.V. in Kooperation mit dem Deutschen Museum, 6. bis 8. November 2008 in München. Bielefeld: transcript Verlag.
- Lahav, S. (2004). Spezielle Lernorte: Museen im 21. Jahrhundert. In H. John & J. Thinesse-Demel (Hrsg.), *Lernort Museum - neu verortet! Ressourcen für soziale Integration und individuelle Entwicklung. Ein europäisches Praxishandbuch*, S. 100–105. Bielefeld: transcript Verlag.

- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), S. 331–359.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of Science: Past, Present, and Future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of research on science education*, S. 831–879. Mahwah, NJ u.a.: Erlbaum.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), S. 497–521.
- Lederman, N., Wade, P. & Bell, R. L. (1998). Assessing Understanding of the Nature of Science: A Historical Perspective. In W. F. MacComas (Hrsg.), *The nature of science in science education rationales and strategies*, S. 331–350. Dordrecht u.a.: Kluwer Acad. Publ.
- Vom Lehn, D., Heath, C. & Hindmarsh, J. (2001). Exhibiting Interaction: Conduct and Collaboration in Museums and Galleries. *Symbolic Interaction*, 24(2), S. 189–216.
- Leinhardt, G., Crowley, K. & Knutson, K. (2002). *Learning conversations in museums*. Lawrence Erlbaum.
- Leisner, A. (2005a). *Entwicklung von Modellkompetenz im Physikunterricht eine Evaluationsstudie in der Sekundarstufe I*. Berlin: Logos-Verl.
- Leisner, A. (2005b). *Modellkompetenz im Physikunterricht*. *Fachdidaktik / LLF-Berichte*, Bd. 20, S. 35–49.
- Leisner-Bodenthien, A. (2006). Zur Entwicklung von Modellkompetenz im Physikunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, S. 91–109.
- Leopold, C. & Leutner, D. (2004). Selbstreguliertes Lernen und Förderung durch prozessorientiertes Training. In J. Doll & M. Prenzel (Hrsg.), *Bildungsqualität von Schule: Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung*, S. 364–376. Münster, München u.a.: Waxmann.
- Lepenies, A. (2003). *Wissen vermitteln im Museum*. Böhlau.
- Lerche, T. (2005). *E-Teaching bei Lernenden mit geringem domänenspezifischen Vorwissen: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Lerneraktivität, Lernervoraussetzungen und Lernleistung in einem virtuellen Tutorium zur Statistik*. Universität Regensburg.
- Levy-Leblond, J.-M. (1992). About misunderstandings about misunderstandings. *Public Understanding of Science*, 1(1), S. 17–21.
- Lewalter, D. (1997a). *Lernen mit Bildern und Animationen Studie zum Einfluß von Lernermerkmalen auf die Effektivität von Illustrationen*. Waxmann.
- Lewalter, D. (1997b). *Kognitive Informationsverarbeitung beim Lernen mit computerpräsentierten statischen und dynamischen Illustrationen*. *Unterrichtswissenschaft*, 25(3), S. 207–222.
- Lewalter, D. (2002). *Emotionales Erleben und Lernmotivation. Theoretische und empirische Analysen des Zusammenhangs von Emotion und Motivation in pädagogischen Kontexten (Unveröffentlichte Habilitationsschrift)*. München: Universität der Bundeswehr.
- Lewalter, D. (2003). *Cognitive strategies for learning from static and dynamic visuals*. *Learning and Instruction*, 13(2), S. 177–189.
- Lewalter, D. G., Claudia & Geyer, C. (2005). *Evaluation von Schulklassenbesuchen im Museum*. *Zeitschrift für Pädagogik*, S. 774–785.
- Lewalter, D. & Geyer, C. (2003). *Abschlussbericht: Besucherbefragung in der Sonderausstellung „Klima“*. München: Technische Universität.
- Lewalter, D. & Geyer, C. (2009). *Motivationale Aspekte von schulischen Besuchen in naturwissenschaftlich-technischen Museen*. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 12(1), S. 28–44.
- Lewalter, D., Geyer, C. & Kropp, R. (2001). *Abschlussbericht der Besucherbefragung in der Pharmazieabteilung des Deutschen Museums München*. München: Technische Universität.
- Lewalter, D., Geyer, C. & Willems, A. S. (in Vorb.). *Die Skala zum situationalen Interesse*.

- Lewalter, D., Geyer, C. & Willems, A. S. (in Vorb.). Die Skala zum motivationarelevanten Erleben.
- Lewalter, D., Krapp, A., Schreyer, I. & Wild, K. P. (1998). Die Bedeutsamkeit des Erlebens von Kompetenz, Autonomie und sozialer Eingebundenheit für die Entwicklung berufsspezifischer Interessen. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, Beiheft 14, Kompetenzentwicklung in der Berufserziehung: Kognitive, motivationale und moralische Dimensionen kaufmännischer Qualifizierungsprozesse, S. 143–168.
- Lewalter, D., Krapp, A. & Wild, K.-P. (2000). Motivationsförderung in Lehr-Lern-Arrangements - eine interessentheoretische Perspektive. In C. Harteis, H. Heid, & S. Kraft (Hrsg.), *Kompendium Weiterbildung: Aspekte und Perspektiven betrieblicher Personal- und Organisationsentwicklung*, S. 155–162. Opladen: Leske + Budrich.
- Lewalter, D. & Noschka-Roos, A. (2009). Museum und Erwachsenenbildung. In A. Hippel & R. Tippelt (Hrsg.), *Handbuch Erwachsenenbildung/Weiterbildung*, S. 527–541. Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwiss.
- Lewalter, D. & Schreyer, I. (2000). Entwicklung von Interessen und Abneigungen – zwei Seiten einer Medaille? Studie zur Entwicklung berufsbezogener Abneigungen in der Erstausbildung. In U. Schiefele & K. P. Wild (Hrsg.), *Interesse und Lernmotivation: Untersuchungen zu Entwicklung, Förderung und Wirkung*, S. 53–72. Waxmann.
- Lewalter, D. & Willems, A. S. (2009). Die Bedeutung des motivationsrelevanten Erlebens und des individuellen Fachinteresses für das situationale Interesse im Mathematikunterricht. *Psychologie in Erziehung und Unterricht, Themenheft „Lernmotivation - Bedingungen erkunden, Fördermöglichkeiten entwickeln“*, S. 243–257.
- Liebert, W.-A. & Weitze, M.-D. (2006). *Kontroversen als Schlüssel zur Wissenschaft? Wissenskulturen in sprachlicher Interaktion*. Bielefeld: transcript Verlag.
- Loomis, R. J. (1996). How do we know what the visitor knows? Learning from interpretation. *Journal of Interpretation Research*, 1(1), S. 39–45.
- Lord, B. (2007). *The manual of museum learning*. Lanham: AltaMira Press.
- Lowe, R. & Schnotz, W. (2008). *Learning with animation research implications for design*. Cambridge University Press.
- Macdonald, S. (1996). The Influence of Visitor's Preconceptions on their Experience of Exhibitions. In G. Durbin (Hrsg.), *Developing Museum Exhibitions for Lifelong Learning*, S. 63–69. Norwich.
- Mandl, H. & Friedrich, H. F. (2006a). *Handbuch Lernstrategien*. Göttingen u.a.: Hogrefe-Verlag.
- Mandl, H. & Friedrich, H. F. (2006b). Lernstrategien: Zur Strukturierung des Forschungsfeldes. In H. Mandl & H. F. Friedrich (Hrsg.), *Handbuch Lernstrategien*, S. 1–23. Göttingen u.a.: Hogrefe-Verlag.
- Martin, L. M. W. (2004). An emerging research framework for studying informal learning and schools. *Science Education*, 88(S1), S. 71–82.
- Matthews, M. (1998). Foreword and Introduction. In W. F. McComas (Hrsg.), *The nature of science in science education: rationales and strategies*, S. xi–xxi. Dordrecht u.a.: Kluwer Acad. Publ.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2003). The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction*, 13(2), S. 125–139.
- Mayer, R. E. (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning Bd. 1*. publ. Cambridge Univ. Press.
- Mayer, R. E. . A., Richard B. (1992). The Instructive Animation: Helping Students Build Connections between Words and Pictures in Multimedia Learning. *Journal of Educational Psychology*, 84(4), S. 444–52.
- Mayer, R. E. & Moreno, R. (1998). A split-attention effect in multimedia learning: Evidence for dual processing systems in working memory. *Journal of Educational Psychology*, 90(2), S. 312–320.
- McComas, W. F. (Hrsg.). (1998a). *The nature of science in science education: rationales and strategies*. Kluwer Acad. Publ.

- McComas, W. F. (1998b). The Principal Elements of the Nature of Science: Dispelling the Myths. In W. F. MacComas (Hrsg.), *The nature of science in science education rationales and strategies*, S. 53–70. Dordrecht u.a.: Kluwer Acad. Publ.
- McComas, W. F., Almazroa, H. & Clough, M. P. (1998). The Nature of Science in Science Education: An Introduction. *Science & Education*, 7(6), S. 511–532.
- McComas, W. F., Clough, M. P. & Almazroa, H. (1998). The Role And Character of The Nature of Science in Science Education. In W. F. MacComas (Hrsg.), *The nature of science in science education rationales and strategies*, S. 3–39. Dordrecht u.a.: Kluwer Acad. Publ.
- McCrorry, P. (2002). Blurring the boundaries between science centres and schools. *Ecsite Newsletter*, 52, S. 11–12.
- McLean, K. (1993). *Planning for people in museum exhibitions*. Washington, DC: Association of Science Technology Centers.
- McManus, P. M. (1992). Topics in Museums and Science Education. *Studies in Science Education*, 20, S. 157–182.
- McManus, P. M. (1993). Memories as indicators of the impact of museum visits. *Museum Management and Curatorship*, 12(4), S. 367–380.
- McManus, P. M. (1994). Families in Museums. In R. Miles & L. Zavala (Hrsg.), *Towards the museum of the future: New European Perspectives*, S. 81–97. London u.a.: Routledge.
- Medved, M. I. & Oatley, K. (2000). Memories and scientific literacy: remembering exhibits from a science centre. *International Journal of Science Education*, 22(10), S. 1117–1132.
- Meisert, A. (2008). Vom Modellwissen zum Modellverständnis – Elemente einer umfassenden Modellkompetenz und deren Fundierung durch lernerseitige Kriterien zur Klassifikation von Modellen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 14, S. 243–261.
- Meisner, R., Lehn, D. vom, Heath, C., Burch, A., Gammon, B. & Reisman, M. (2007). Exhibiting Performance: Co-participation in science centres and museums. *International Journal of Science Education*, 29(12), S. 1531–1555.
- Melton, A. W. (1935). Problems of installation in museums of art.
- Merz, H. G. (2006). VIDEO - AUDIO - DISCO Lernen im Museum. In S. Schwan, H. Trischler, & M. Prenzel (Hrsg.), *Lernen im Museum: Die Rolle von Medien für die Resituierung von Exponaten*, S. 101–111. Berlin: Inst. für Museumsforschung, Staatl. Museen zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz.
- Meyling, H. (1990). *Wissenschaftstheorie im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe: das wissenschaftstheoretische Schülerverständnis und der Versuch seiner Veränderung durch expliziten wissenschaftstheoretischen Unterricht*. Universität Bremen.
- Mietzel, G. (2007). *Pädagogische Psychologie des Lernens und Lehrens* 8. Aufl. Hogrefe.
- Mikelskis-Seifert, S. (2002). Die Entwicklung von Metakzepten zur Teilchenvorstellung bei Schülern: Untersuchung eines Unterrichts über Modelle mithilfe eines Systems multipler Repräsentationsebenen. Berlin: Logos-Verl.
- Mikelskis-Seifert, S. & Leisner, A. (2005). Investigation of Effects and Stability in Teaching Model Competence. In K. Boersma, M. Goedhart, O. de Jong, & H. Eijkelhof (Hrsg.), *Research and the Quality of Science Education*, S. 337–351. Springer Netherlands.
- Miller, S. (2001). Public understanding of science at the crossroads. *Public Understanding of Science*, 10(1), S. 115–121.
- Mitchell, M. (1993). Situational Interest: Its Multifaceted Structure in the Secondary School Mathematics Classroom. *Journal of Educational Psychology*, 85(3), S. 424–436.
- Möller, J. & Köller, O. (2004). Die Genese akademischer Selbstkonzepte. *Psychologische Rundschau*, 55(1), S. 19–27.
- Möller, J. & Trautwein, U. (2009). Selbstkonzept. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie*, S. 180–203. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Moschner, B. & Dickhäuser, O. (2006). Selbstkonzept. In D. H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch pädagogische Psychologie*, S. 685–692. Weinheim: Beltz.

- Moussouri, T. (1997). Family Agendas and Family Learning in Hands-On Museums. University of Leicester.
- Moussouri, T. (2003). Negotiated agendas: families in science and technology museums. *International Journal of Technology Management*, 25(5), S. 477–489.
- Müller, F. H. (2006). Interesse und Lernen. *REPORT – Zeitschrift für Weiterbildungsforschung*, 29(1), S. 48–62.
- Müller, F. H., Hanfstingl, B. & Andreitz, I. (2007). Skalen zur motivationalen Regulation beim Lernen von Schülerinnen und Schülern - Adaptierte und ergänzte Version des Academic Self-Regulation Questionnaire (SRQ-A) nach Ryan & Connell. Klagenfurt: Alpen-Adria-Universität.
- Murcia, K. & Schibeci, R. (1999). Primary student teachers' conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 21(11), S. 1123–1140.
- Nahrstedt, W. (2004). Interesse wecken - Kompetenz entwickeln: Lernen in Erlebniswelten. In B. Commandeur (Hrsg.), *Event zieht - Inhalt bindet: Besucherorientierung auf neuen Wegen*, S. 29–38. Bielefeld: transcript Verlag.
- Noschka-Roos, A. (2006). Besucherorientierung beim Einsatz Neuer Medien. In S. Schwan, H. Trischler, & M. Prenzel (Hrsg.), *Lernen im Museum: Die Rolle von Medien für die Resituierung von Exponaten*, S. 59–65.
- Noschka-Roos, A. & Hagedorn-Saupe, M. (2009). Klar Schiff! Museumspädagogik im Aufwind. *Standbein, Spielbein*, 83, S. 10–13.
- Noschka-Roos, A. & Teichmann, J. (2006). Populäre Wissenschaft in Museen und Science Centers. In P. Faulstich (Hrsg.), *Öffentliche Wissenschaft: neue Perspektiven der Vermittlung in der wissenschaftlichen Weiterbildung*, S. 87–103. Bielefeld: transcript Verlag.
- OECD. (2007). PISA 2006 - Schulleistungen im internationalen Vergleich naturwissenschaftliche Kompetenzen für die Welt von morgen. Bertelsmann.
- Overwien, B. (2005). Stichwort: Informelles Lernen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 4, S. 338–353.
- Paas, F., Tuovinen, J., van Merriënboer, J. & Aubteen Darabi, A. (2005). A motivational perspective on the relation between mental effort and performance: Optimizing learner involvement in instruction. *Educational Technology Research and Development*, 53(3), S. 25–34.
- Packer, J. & Ballantyne, R. (2002). Motivational factors and the visitor experience: A comparison of three sites. *Curator*, 45 (3), S. 183–198.
- Packer, J. M. (2004). *Motivational Factors And The Experience Of Learning In Educational Leisure Settings*. Queensland University of Technology.
- Paivio, A. (1986). *Mental representations a dual coding approach*. Oxford Univ. Pr. u.a.
- Paris, S. G. (2002). *Perspectives on object-centered learning in museums*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Pawek, C. (2009). *Schülerlabore als interessefördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe*. Kiel: Christian-Albrechts-Universität.
- Pedretti, E. G. (2004). Perspectives on learning through research on critical issues-based science center exhibitions. *Science Education*, 88(S1), S. 34–47.
- Peduzzi, P., Concato, J., Kemper, E., Holford, T. R. & Feinstein, A. R. (1996). A simulation study of the number of events per variable in logistic regression analysis. *Journal of Clinical Epidemiology*, 49(12), S. 1373–1379.
- Pekarik, A. J., Doering, Z. D. & Karns, D. A. (1999). Exploring satisfying experiences in museums. *Curator: The Museum Journal*, 42(2), S. 152–173.
- Pfuhl, N. & Lewalter, D. (2008). *Studie zum Ausstellungsbereich Gläsernes Forscherlabor: Abschlussbericht*. München: Technische Universität.
- Pietraß, M., Schmidt, B. & Tippelt, R. (2005). Informelles Lernen und Medienbildung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 8(3), S. 412–426.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), S. 211–227.
- Poth, T. (2009). *Adressatengerechtes Unterrichten mit dem Just-in-Time Teaching-Verfahren*. Universität Koblenz-Landau.



- Prenzel, M. (1995). Zum Lernen bewegen. Unterstützung von Lernmotivation durch Lehre. *Blick in die Wissenschaft. Forschungsmagazin der Universität Regensburg*, 4(7), S. 58–66.
- Prenzel, M. & Drechsel, B. (1996). Ein Jahr kaufmännische Erstausbildung: Veränderungen in Lernmotivation und Interesse. *Unterrichtswissenschaft*, 24(3), S. 217–234.
- Prenzel, M., Drechsel, B. & Kramer, K. (1998). Lernmotivation im kaufmännischen Unterricht: Die Sicht von Auszubildenden und Lehrkräften. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik., Beiheft 14, Kompetenzentwicklung in der Berufserziehung: Kognitive, motivationale und moralische Dimensionen kaufmännischer Qualifizierungsprozesse*, S. 169–187.
- Prenzel, M., Krapp, A. & Schiefele, H. (1986). Grundzüge einer pädagogischen Interessentheorie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 32, S. 163–173.
- Prenzel, M. & Thoma, G.-B. (2006). Bildungsforschung im Museum. In S. Schwan, H. Trischler, & M. Prenzel (Hrsg.), *Lernen im Museum: Die Rolle von Medien für die Resituierung von Exponaten*, S. 23–34. Berlin: Inst. für Museumsforschung, Staatl. Museen zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz.
- Rasch, B., Friese, M., Hofmann, W. & Naumann, E. (2006). *Quantitative Methoden 1: Einführung in die Statistik*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Reiners, C. S. & Saborowski, J. (2000). Anschauliche Unanschaulichkeit? Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht: *MNU*, 53(8), S. 493–501.
- Reinmann, G. & Mandl, H. (2006). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie: ein Lehrbuch*, 5. Aufl., S. 613–658. Weinheim: Beltz PVU.
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (1998). Wissensvermittlung: Ansätze zur Förderung des Wissenserwerbs. In F. Klix & H. Spada (Hrsg.), *Wissen*, Bd. Bd. 6, S. 457–500. Göttingen: Hogrefe, Verl. für Psychologie.
- Renkl, A. (2009). Wissenserwerb. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie*, S. 4–26. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Renkl, A. (2010). Lehren und Lernen. In R. Tippelt & B. Schmidt (Hrsg.), *Handbuch Bildungsforschung*, S. 737–751. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Renkl, A. & Atkinson, R. K. (2007). An example order for cognitive skill acquisition. In F. E. Ritter, J. Nerb, E. Lehtinen, & T. M. O'Shea (Hrsg.), *In order to learn. How the sequence of topics influences learning*, S. 95–105. Oxford University Press.
- Renkl, A., Mandl, H. & Gruber, H. (1996). Inert knowledge: Analyses and remedies. *Educational Psychologist*, 31(2), S. 115–121.
- Rennie, L. J., Feher, E., Dierking, L. D. & Falk, J. H. (2003). Toward an agenda for advancing research on science learning in out-of-school settings. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), S. 112–120.
- Rennie, L. J. & Johnston, D. J. (2004). The nature of learning and its implications for research on learning from museums. *Science Education*, 88(S1), S. 4–16.
- Rennie, L. J. & McClafferty, T. P. (1996a). *Handbook for Formative Evaluation of Interactive Exhibits*. Perth: Curtin University of Technology.
- Rennie, L. J. & McClafferty, T. P. (1996b). Science Centres and Science Learning. *Studies in Science Education*, 27(1), S. 53–98.
- Rennie, L. J. & Williams, G. F. (2006). Adults' Learning about Science in Free-choice Settings. *International Journal of Science Education*, 28(8), S. 871–893.
- Reussner, E. M., Schwan, S. & Zahn, C. (2007). New Technologies for Learning in Museums: An Interdisciplinary Research Project. *Gehalten: International Cultural Heritage Informatics Meeting 2007*.
- Riemeier, T. (2007). Moderater Konstruktivismus. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biogiedidaktischen Forschung ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden*, S. 69–79. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific Literacy / Science Literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of research on science education*, S. 729–830. Mahwah, NJ u.a.: Erlbaum.
- Robinson, E. S. (1928). *The Behavior of the Museum Visitor*. Washington DC.: American Association of Museums.

- Rosnay, J. de. (1992). Intellectual ergonomics and multimedia exhibitions. In J. Durant (Hrsg.), *Museums and the public understanding of science*, S. 23–26. London: Science Museum.
- Rounds, J. (2004). Strategies for the Curiosity-Driven Museum Visitor. *Curator: The Museum Journal*, 47(4), S. 389–412.
- Ryan, A. G. & Aikenhead, G. S. (1992). Students' Preconceptions about the Epistemology of Science. *Science Education*, 76(6), S. 559–580.
- Ryan, R. M. (1995). Psychological Needs and the Facilitation of Integrative Processes. *Journal of Personality*, 63(3), S. 397–427.
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000a). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), S. 68–78.
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000b). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), S. 54–67.
- Saborowski, J. (2000). *Computervisualisierung und Modelldenken: konzeptionelle Grundlagen und fachdidaktische Konsequenzen für den Chemieunterricht*. Universität Köln.
- Salmi, H. (2003). Science centres as learning laboratories: experiences of Heureka, the Finnish Science Centre. *International Journal of Technology Management*, 25, No.5, S. 460–476.
- Sandifer, C. (1997). Time-based behaviors at an interactive science museum: Exploring the differences between weekday/weekend and family/nonfamily visitors. *Science Education*, 81(6), S. 689–701.
- Sauter, J. (2005). Neue Medien in Museen und Ausstellungen. In B. Graf (Hrsg.), *Sichtweisen zur veränderten Wahrnehmung von Objekten in Museen*, S. 29–33. Wiesbaden: VS, Verl. für Sozialwiss.
- Schäfer, H. (2003). Anlocken. Fesseln. Vermitteln - Was uns die Besucherforschung lehrt(e). In A. Noschka-Roos (Hrsg.), *Besucherforschung in Museen: Instrumentarien zur Verbesserung der Ausstellungskommunikation*, S. 83–87. München: Deutsches Museum.
- Schaller, D., Allison-Bunnell, S., Borun, M. & Chambers, M. (2002). How Do You Like To Learn? Comparing User Preferences and Visit Length of Educational Web Sites. *Gehalten: Museums and the Web*.
- Schaper-Rinkel, P., Giesecke, S. & Bieber, D. (2002). *Science Center - Studie im Auftrag des BMBF*. Teltow: VDI/VDE-Technologiezentrum Informationstechnik GmbH.
- Schiefele, H., Prenzel, M., Krapp, A., Heiland, A. & Kasten, H. (1983). *Zur Konzeption einer pädagogischen Theorie des Interesses Bd. Gelbe Reihe Nr. 6*. München: Universität der Bundeswehr.
- Schiefele, U. (1996). *Motivation und Lernen mit Texten*. Göttingen u.a.: Hogrefe, Verl. für Psychologie.
- Schiefele, U. (1998). Individual Interest and Learning - What We Know and What We Don't Know. In L. Hoffmann, A. Krapp, K. A. Renninger, & J. Baumert (Hrsg.), *Interest and learning: Proceedings of the Seon Conference on Interest and Gender*, S. 91–104. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften IPN.
- Schiefele, U. (2005). Prüfungsnahe Erfassung von Lernstrategien und deren Vorhersagewert für nachfolgende Lernleistungen. In C. Artelt & B. Moschner (Hrsg.), *Lernstrategien und Metakognition: Implikationen für Forschung und Praxis*, S. 13–41. Münster: Waxmann.
- Schiefele, U. (2008). Lernmotivation und Interesse. In W. Schneider & M. Hasselhorn (Hrsg.), *Handbuch der Pädagogischen Psychologie*, S. 38–49. Göttingen, Bern, Wien u.a.: Hogrefe.
- Schiefele, U. (2009). Motivation. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie*, S. 152–177. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Schiefele, U. & Köller, O. (2006). Intrinsische und extrinsische Motivation. In D. H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch pädagogische Psychologie*, S. 303–349. Weinheim: Beltz.
- Schiefele, U., Krapp, A. & Schreyer, I. (1993). Metaanalyse des Zusammenhangs von Interesse und schulischer Leistung. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 25, S. 120–148.

- Schiefele, U., Streblow, L., Ermgassen, U. & Moschner, B. (2003). Lernmotivation und Lernstrategien als Bedingungen der Studienleistung. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 17(3), S. 185–198.
- Schmidt, C. (2009). Komplexe Phänomene und ihre Vermittelbarkeit eine empirische Untersuchung zu Klimaausstellungen. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Schmitt-Scheerso, A. (2003). Spielregeln der Natur (Prinzipien der Ökologie) : Entwicklung eines fachdidaktischen Konzepts für eine moderne Ökologieausstellung unter besonderer Berücksichtigung Neuer Medien. Bonn: Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität.
- Schneider, M. (2006). Konzeptuelles und prozedurales Wissen als latente Variablen: ihre Interaktion beim Lernen mit Dezimalbrüchen. Berlin: Technische Universität.
- Schneider, W. & Hasselhorn, M. (2008). *Handbuch der Pädagogischen Psychologie*. Hogrefe.
- Schnotz, W. (1998). Conceptual Change. In D. H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch pädagogische Psychologie*, S. 55–59. Weinheim: Beltz.
- Schnotz, W. (2001). Wissenserwerb mit Multimedia. *Unterrichtswissenschaft*, 29(4), S. 292–318.
- Schnotz, W. & Bannert, M. (1999). Einflüsse der Visualisierungsform auf die Konstruktion mentaler Modelle beim Text- und Bildverstehen. *Experimental Psychology (ehem. Zeitschrift für Experimentelle Psychologie)*, 46(3), S. 217–236.
- Schnotz, W. & Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representation. *Learning and Instruction*, 13(2), S. 141–156.
- Schnotz, W. & Rasch, T. (2005). Enabling, facilitating, and inhibiting effects of animations in multimedia learning: Why reduction of cognitive load can have negative results on learning. *Educational Technology Research and Development*, 53(3), S. 47–58.
- Scholze, J. (2004). *Lektüren musealer Gestaltung in Oxford, Leipzig, Amsterdam und Berlin*. Bielefeld: transcript Verlag.
- Schöne, C., Dickhäuser, O., Spinath, B. & Stiensmeier-Pelster, J. (2003). Das Fähigkeits-selbstkonzept und seine Erfassung. In J. Stiensmeier-Pelster & F. Rheinberg (Hrsg.), *Diagnostik von Motivation und Selbstkonzept*, S. 3–14. Göttingen u.a.: Hogrefe, Verl. für Psychologie.
- Schrader, J., Stadler, M. & Körber, K. (2008). Die Bedeutung informeller Lernumgebungen für die naturwissenschaftliche Grundbildung Erwachsener. *Unterrichtswissenschaft: Zeitschrift für Lernforschung*, Thema: Lernen im Museum, 36(2), S. 98–116.
- Schwan, S. & Hesse, F. W. (2004). Kognitionspsychologische Grundlagen. *Lehrbuch der Medienpsychologie*, S. 73–99. Göttingen u.a.: Hogrefe, Verl. für Psychologie.
- Schwan, S., Trischler, H. & Prenzel, M. (2006). Lernen im Museum: Die Rolle von Medien für die Resituierung von Exponaten. *Inst. für Museumsforschung, Staatl. Museen zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz*.
- Schwan, S., Zahn, C., Wessel, D. an H., Markus, Herrmann, N. & Reussner, E. (2008). Lernen in Museen und Ausstellungen - die Rolle digitaler Medien. *Unterrichtswissenschaft - Zeitschrift für Lernforschung*. Thema: Lernen im Museum, 2, S. 117–135.
- Schwan, S., Zahn, C., Wessel, D., Huff, M. & Herrmann, N. (2008). Lernen in Museen und Ausstellungen - die Rolle digitaler Medien. *Unterrichtswissenschaft: Zeitschrift für Lernforschung*, S. 117–134.
- Schwarzer, R. & Jerusalem, M. (1999). Skalen zur Erfassung von Lehrer- und Schülermerkmalen: Dokumentation der psychometrischen Verfahren im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs Selbstwirksame Schulen. Berlin.
- Scott, P., Asoko, H. & Leach, J. (2007). Student Conceptions and Conceptual Learning in Science. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of research on science education*, S. 31–56. Mahwah, NJ u.a.: Erlbaum.
- Screven, C. G. (1992). Motivating visitors to read labels. *ILVS Review: A Journal of Visitor Behavior*, 2 (2), S. 183–221.
- Seel, N. M. (2003). *Psychologie des Lernens: Lehrbuch für Pädagogen und Psychologen*. München: Ernst Reinhardt.

- Seidel, T. (2003). Lehr-Lernskripts im Unterricht : Freiräume und Einschränkungen für kognitive und motivationale Lernprozesse - eine Videostudie im Physikunterricht. Münster: Waxmann.
- Seidel, T., Prenzel, M., Duit, R. & Lehrke, M. (2003). Technischer Bericht zur Videostudie „Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht“. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften IPN.
- Seifert, S., Fischler, H. & Peuckert, J. (1999). Werden durch Schulbuchdarstellungen der Mikrowelt Fehlvorstellungen induziert? Zur Didaktik der Physik und Chemie, Bd. Tagung 1998, S. 310–312.
- Seltz, R. & Sieglerschmidt, J. (2001). Public Understanding of Science and Humanities (PUSH): Neue Herausforderungen für das Museum des 21. Jahrhunderts? In M.-D. Weitze (Hrsg.), Public Understanding of Science im deutschsprachigen Raum: Die Rolle der Museen, S. 32–48. München: Deutsches Museum.
- Serrell, B. (1997). Time Is Indeed of the Essence. Curator: The Museum Journal, 40(4), S. 253–255.
- Serrell, B. (1997). Paying Attention: The Duration and Allocation of Visitors' Time in Museum Exhibitions. Curator: The Museum Journal, 40(2), S. 108–125.
- Serrell, B. (2001). Marvelous Molecules: The Secret of Life. Summative Evaluation S. 1–27. Serrell & Associates and New York Hall of Science.
- Serrell, B. & Raphling, B. (1992). Computers on the Exhibit Floor. Curator: The Museum Journal, 35(3), S. 181–189.
- Shamos, M. H. (1995). The myth of scientific literacy. Rutgers Univ. Press.
- Shamos, M. H. (2002). Durch Prozesse ein Bewußtsein für die Naturwissenschaften entwickeln. In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa, & R. Evans (Hrsg.), Scientific literacy: der Beitrag der Naturwissenschaften zur allgemeinen Bildung, S. 45–68. Opladen: Leske + Budrich.
- Shapiro, A. M. (2004). How Including Prior Knowledge As a Subject Variable May Change Outcomes of Learning Research. American Educational Research Journal, 41(1), S. 159–189.
- Shettel, H. H. (1976). An Evaluation of Visitor Response to „Man In His Environment.“ Final Report. S. 1–57. Chicago, Ill.: Field Museum of Natural History.
- Silverman, L. H. (1995). Visitor meaning-making in museums for a new age. Curator: The Museum Journal, 38, S. 161–170.
- Smith, C. L., Maclin, D., Houghton, C. & Hennessey, M. G. (2000). Sixth-Grade Students' Epistemologies of Science: The Impact of School Science Experiences on Epistemological Development. Cognition and Instruction, 18(3), S. 349–422.
- Smith, M. U. & Scharmann, L. C. (1999). Defining versus describing the nature of science: A pragmatic analysis for classroom teachers and science educators. Science Education, 83(4), S. 493–509.
- Sodian, B., Thoermer, C., Kircher, E., Grygier, P. & Günther, J. (2002). Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule. Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen, 45(45), S. 192–206.
- Spörer, N. (2003). Strategie und Lernerfolg - Validierung eines Interviews zum selbstgesteuerten Lernen. Universität Potsdam.
- Sprotte, J. A. & Eilks, I. (2008). Was Lehrer über die Vermittlung von Teilchenkonzept, chemischer Reaktion und Atombau denken. In D. Höttecke (Hrsg.), Bd. 28. Jahrestagung / 2007, S. 146–148. Gehalten: Kompetenzen, Kompetenzmodelle, Kompetenzentwicklung. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Essen, 2007.
- Stachowiak, H. (1973). Allgemeine Modelltheorie. Wien u.a.: Springer.
- Stark, R. (2003). Conceptual Change: kognitiv oder situiert? Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 17(2), S. 133–144.
- Statistisches Bundesamt. (2012). Frauen und Männer auf dem Arbeitsmarkt – Deutschland und Europa. Arbeitsmarkt.
- Steiner, G. (2006). Lernen und Wissenserwerb. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), Pädagogische Psychologie: ein Lehrbuch, 5. Aufl., S. 137–202. Weinheim: Beltz PVU.

- Stevens, J. (1992). *Applied multivariate statistics for the social sciences*. Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates.
- Stevenson, J. (1991). The long-term impact of interactive exhibits. *International Journal of Science Education*, 13(5), S. 521–531.
- Stiller, K. (1999). Bilder und Texte in multimedialen Lernprogrammen: eine empirische Studie zum Einfluß von gesprochenen Texten und Navigation über Bilder auf Lernprozeß und Lernergebnis. Universität Regensburg.
- Storksdieck, M., Ellenbogen, K. & Heimlich, J. E. (2005). Changing minds? Reassessing outcomes in free-choice environmental education. *Environmental Education Research*, 11(3), S. 353–369.
- Strike, K. A. & Posner, G. (1992). A Revisionist Theory of Conceptual Change. In R. A. Duschl (Hrsg.), *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice*, S. 147–176. Albany: State Univ. of New York Press.
- Suhling, L. (2002). Museumspädagogik in technischen Museen - Ein Grußwort. In Institut für Museumskunde, Staatliche Museen zu Berlin, Preußischer Kulturbesitz (Hrsg.), Bd. Mitteilungen und Berichte aus dem Institut für Museumskunde, Nr. 24. Gehalten: Museumspädagogik in technischen Museen - Dokumentation des 2. Symposiums 1. bis 2. Oktober 2000 in Mannheim.
- Taskinen, P., Schütte, K., Prenzel, M., Artelt, C., Baumert, J., Blum, W., Hammann, M., et al. (Hrsg.). (2009). *PISA 2006 Skalenhandbuch: Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Waxmann.
- Terzer, E. & Upmeier zu Belzen, A. (2007). Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung durch Modelle – Modellverständnis als Grundlage für Modellkompetenz. *Berichte des Institutes für Didaktik der Biologie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, IDB*, 16, S. 33–56.
- Thoma, G.-B. (2009). Was lernen Besucherinnen und Besucher im Museum? : eine Untersuchung von Lerngelegenheiten einer Museumsausstellung und ihrer Nutzung. Kiel: Christian-Albrechts-Universität.
- Thomas, G. & Durant, J. (1987). Why should we promote the public understanding of science? *Scientific literacy papers*, 1, S. 1–14.
- Treinen, H. (1996). Das Museum als kultureller Vermittlungsort in der Erlebnisgesellschaft. Vom Elfenbeinturm zur Fußgängerzone,, *Schriften des Rheinischen Museumsamtes* S. 111–121. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Treptow, R. (2005). Vor den Dingen sind alle Besucher gleich. Kulturelle Bildungsprozesse in der musealen Ordnung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 516, S. 797–809.
- Trier, U. & Upmeier zu Belzen, A. (2009). Wissenschaftler nutzen Modelle, um etwas Neues zu entdecken, und in der Schule lernt man einfach nur, dass es so ist. Schülervorstellungen zu Modellen. In D. Krüger, A. U. zu Belzen, S. Hof, K. Kremer, & J. Mayer (Hrsg.), *Erkenntnisweg Biologiedidaktik* 8, S. 23–38. Univ. Kassel.
- Trischler, H. (2001). Wissenschaft und Öffentlichkeit in Museum und Science Center. In M.-D. Weitze (Hrsg.), *Public Understanding of Science im deutschsprachigen Raum: Die Rolle der Museen*, S. 184–193. München: Deutsches Museum.
- Unesco (Hrsg.). (2006). *International Standard Classification of Education - ISCED 1997*. Unesco.
- Upmeier zu Belzen, A. & Krüger, D. (2010). Modellkompetenz im Biologieunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, S. 41–57.
- Upmeier zu Belzen, A. & Vogt, H. (2001). Interessen und Nicht-Interessen bei Grundschulkindern - Theoretische Basis der Längsschnittstudie PEIG1. *Berichte des Institutes für Didaktik der Biologie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, IDB*, 10, S. 17–31.
- Urban, D. & Mayerl, J. (2006). *Regressionsanalyse: Theorie, Technik und Anwendung* 2. Aufl. VS Verl. für Sozialwiss.
- Urhahne, D. (2002). *Motivation und Verstehen: Studien zum computergestützten Lernen in den Naturwissenschaften*. Waxmann.
- Urhahne, D., Kremer, K. & Mayer, J. (2008). Welches Verständnis haben Jugendliche von der Natur der Naturwissenschaften? Entwicklung und erste Schritte zur Validierung eines Fragebogens. *Unterrichtswissenschaft*, 36(1), S. 71–93.

- Uzzel, D. (1993). Contrasting psychological perspectives on exhibition evaluation. In S. Bicknell (Hrsg.), *Museum visitor studies in the 90s*, S. 125–129. London: Science Museum.
- Valanides, N. & Angeli, C. (2008). Learning and teaching about scientific models with a computer-modeling tool. *Computers in Human Behavior*, 24(2), S. 220–233.
- Venth, A. (2006). Disziplinäre Zugänge zum Lernen Erwachsener. Ein Resümee. In E. Nuissl (Hrsg.), *Vom Lernen zum Lehren. Lern- und Lehrforschung für die Weiterbildung*, S. 107–110. Bielefeld: Bertelsmann.
- Vieregg, H. (2008). *Geschichte des Museums eine Einführung*. München: Wilhelm Fink.
- Vittinghoff, E. & McCulloch, C. E. (2007). Relaxing the Rule of Ten Events per Variable in Logistic and Cox Regression. *American Journal of Epidemiology*, 165(6), S. 710–718.
- Vogelsberg, S. (2008). *Verkehrserziehung durch Edutainment: der Einfluss spielerischer Lernsoftware auf Verkehrswissen, Gefahrenbewusstsein und Verkehrsverhalten*. Berlin: Logos Verl.
- Vogt, H. (2007). Theorie des Interesses und des Nicht-Interesses. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biogiedidaktischen Forschung: ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden*, S. 9–20. Berlin: Springer.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), S. 45–69.
- Vosniadou, S. & Ioannides, C. (1998). From conceptual development to science education: a psychological point of view. *International Journal of Science Education*, 20(10), S. 1213–1230.
- Waltner, C. (2007). *Physik lernen im Deutschen Museum*. München: Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Weinert, F. E. (1996). Für und Wider die «neuen Lerntheorien» als Grundlagen pädagogisch-psychologischer Forschung. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 10 (1), S. 1–12.
- Weingart, P. (2003). *Wissenschaftssoziologie*. Bielefeld: transcript Verlag.
- Weingart, P. (2007). *Vergleichende Analyse Wissenschaftskommunikation: Bericht zum Projekt*. Bielefeld.
- Weinstein, C. E. & Mayer, R. E. (1986). The teaching of learning strategies. In M. C. Wittrock (Hrsg.), *Handbook of research on teaching*, S. 315–327. London: Macmillan.
- Weitze, M.-D. (2001). *Public Understanding of Science im deutschsprachigen Raum: Die Rolle der Museen*. München: Deutsches Museum.
- Wendorff, J. A. (2006). *E-Learning und die Zukunft der Hochschullehre unter besonderer Berücksichtigung des Projekts „Vorlesungsnetz Chemische Biologie“*. Universität Marburg.
- Wild, K.-P. (2006a). Lernstrategien und Lernstile. In D. H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*, S. 427–432. Weinheim: Beltz.
- Wild, K.-P. (2006b). Conceptual Change. In D. H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch pädagogische Psychologie*, S. 427–432. Weinheim: Beltz.
- Wilde, M. (2004). *Biologieunterricht im Naturkundemuseum im Spannungsfeld zwischen Instruktion und Konstruktion: eine empirische Untersuchung zu kognitiven und affektiven Lerneffekten (am Beispiel des Umweltschutz-Informationszentrums Lindenhof in Bayreuth)*. Universität Bayreuth.
- Wilde, M. (2007). Das Contextual Model of Learning - ein Theorierahmen zur Erfassung von Lernprozessen in Museen. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biogiedidaktischen Forschung: ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden*, S. 165–175. Berlin: Springer.
- Wilde, M. & Bätz, K. (2006). Einfluss unterrichtlicher Vorbereitung auf das Lernen im Naturkundemuseum. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, S. 77–89.
- Wilde, M., Bätz, K., Kovaleva, A. & Urhahne, D. (2009). Überprüfung einer Kurzsкала intrinsischer Motivation (KIM). *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, S. 31–45.
- Wilde, M. & Urhahne, D. (2008). Museum learning with differently structured tasks: A study on motivation and learning achievement. *Journal of Biological Education*, 42, S. 78–83.

- Wilde, M., Urhahne, D. & Klautke, S. (2003). Unterricht im Naturkundemuseum: Untersuchung über das „richtige“ Maß an Instruktion. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 9, S. 125–134.
- Willems, A. S. (2011). Bedingungen des situationalen Interesses im Mathematikunterricht: eine mehrbenenanalytische Perspektive. Waxmann.
- Zinn, B. (2008). Physik lernen, um Physik zu lehren - Eine Möglichkeit für interessanteren Physikunterricht. Universität Kassel.
- Zöfel, P. (2003). Statistik für Psychologen: im Klartext. Pearson Studium.

