

Lernen an außerschulischen Lernorten

am Beispiel der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ in der
Phänomena Flensburg

Dissertation zur Erlangung des Grades eines

Doktors der Philosophie (Dr. phil.)

vorlegt von

Thorsten Steuer

geboren am 10. August 1982 in Alfeld / Leine

erster Gutachter: Prof. Dr. Andreas Christian

zweite Gutachterin: Prof. Dr. Beate Blaseio

eingereicht: 14.10.2019

FÜR
FELIX JAKOB
UND
GRETA LUISA



Danksagung

Mein Dank ergeht zunächst an die Lehrerinnen und Lehrer sowie an die Schülerinnen und Schüler, die sich bereit erklärt haben an dieser Studie teilzunehmen. Ohne ihre Mitarbeit wäre die vorliegende Arbeit nicht zustande gekommen. Darüber hinaus bedanke ich mich bei den Mitarbeitern der Phänomena Flensburg. Mein Dank gilt hier vor allem Achim Englert.

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Professor Andreas Christian für die Begleitung meiner Arbeit. Mit vielen konstruktiven und hilfreichen Anregungen und großer Unterstützung stand mir Professor Christian stets zur Seite. Insbesondere seine motivierenden Worte, gaben mir die Entschlossenheit diese Arbeit zu beenden. Bedanken möchte ich mich auch bei meiner Zweitgutachterin Frau Professor Beate Blaseio.

Mein freundschaftlicher Dank gilt meinem Kollegen Marco Wulf, für die gute Zusammenarbeit sowie die motivierenden Worte und Unterstützung. Stets konnte man sich auf dich zuverlässig verlassen.

Ebenso ergeht mein Dank an die Kolleginnen und Kollegen der Hans-Böckler-Schule in Neumünster, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Meiner Familie danke ich ganz besonders. Sie ermöglichte mir durch ihre Geduld, Verständnis und Unterstützung die Fertigstellung dieser Arbeit, obwohl sie oftmals ihre eigenen Bedürfnisse und Interessen zurückstecken musste.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	7
2	Aufbau der Arbeit	10
3	Wissenschaftliche Einordnung der Arbeit.....	12
3.1	Bildungsforschung an Science Centern	12
3.2	Geschlechtsspezifische Unterschiede im Bereich der Mathematik und der Naturwissenschaft (PISA-Studie / Hattie-Studie).....	14
3.3	PISA-Studie: Geschlechtsspezifische Unterschiede im Bereich der Mathematik und der Naturwissenschaft	14
3.4	Hattie-Studie: Geschlechtsspezifische Unterschiede im Bereich der Mathematik und der Naturwissenschaft	17
3.5	Faszination Dinosaurier.....	18
4	Lernen und Wissen.....	28
4.1	Lernen	28
4.2	Wissen	29
4.3	Beschreibung und Definition des Begriffs „Wissen“	30
4.4	Wissengesellschaft	34
4.5	Wissenszuwachs durch aktives Handeln innerhalb und außerhalb der Schule	36
5	Lernen an außerschulischen Lernorten.....	41
5.1	Definition des Begriffs „außerschulischer Lernort“	42
5.2	Lernorte	44
5.3	Außerschulische Lernorte – positive und negative Aspekte	48
6	Science Center als außerschulischer Lernort.....	51
6.1	Definition des Begriffs „Science Center“	51
6.2	Science Center im Spannungsfeld von klassischen Museen und Freizeitpark	53
6.3	Ursprung und Weiterentwicklung von Science Centern	54
6.3.1	Entwicklung der Phänomenta Flensburg	56
6.3.2	Grundlegendes Konzept der Phänomenta Flensburg.....	57
6.4	Science Center – informelle Lernorte	58
6.5	Interaktive Exponate in Science Centern	61
6.6	Geschlechtsspezifisches Verhalten an interaktiven Experimentierstationen	68

6.7	Nutzung von Texten und Erklärungen in Ausstellungen (Museen und Science Centers).....	72
6.8	Effektivität von Besuchen in Science Centern	77
7	Hypothesen	84
8	Methodik.....	88
8.1	Forschungsdesign.....	88
8.2	Forschungsmethoden	89
8.2.1	Befragung	89
8.2.2	Beobachtung.....	91
8.3	Ablauf der Untersuchung	92
8.4	Auswahl der untersuchten Klassen	93
8.5	Die Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“	94
8.5.1	Die interaktiven Exponate.....	97
8.5.2	Klassifizierung der Exponate	106
8.6	Beobachtungen in der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“	109
8.7	Befragung	113
8.7.1	Vorbefragung.....	113
8.7.2	Kurzzeitbefragung und Einzelbeobachtung	113
8.7.3	Nachbefragung	114
8.8	Beobachtungskategorien	116
8.8.1	Ansatz nach Barriault.....	116
8.8.2	Erweiterung durch Schließmann und Öhding	118
8.8.3	Erweiterung und Anpassung des Categoriesystems durch Wulf und Steuer.....	119
8.9	Assoziationskategorien	128
8.9.1	Schülerbefragung zum Thema „Dinosaurier“	128
8.9.2	Vorentwicklung der Assoziationskategorien	130
8.9.3	Beschreibung der Vortests	131
8.10	Software.....	137
9	Ergebnisse und Prüfung der Hypothesen	139
9.1	Hypothesenblock A.....	139
9.2	Hypothesenblock B.....	156

9.3	Hypothesenblock C	164
9.4	Hypothesen-unabhängige Ergebnisse	183
9.4.1	Kurzzeitbefragung	183
9.4.2	Ausstellungsbezüge	185
9.4.3	Beobachtete Verhaltensweisen während des Besuchs.....	187
10	Diskussion und Fazit	190
11	Zusammenfassung.....	194
12	Literaturverzeichnis.....	199
13	Abbildungsverzeichnis	214
14	Anhang	217

In der nachfolgenden Arbeit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit die männliche Form benutzt. Personen des weiblichen und männlichen Geschlechts sind darin gleichermaßen eingeschlossen.

Der Gedanke, dass Unterricht außerhalb der Schule mit einem lebensnahen Bezug und realer Anschauung für die Kinder durchgeführt werden kann und sollte, ist nicht neu. Betrachtet man jedoch den gängigen Schulalltag, so zeigt sich, dass die Vermittlung von Wissen oftmals in Form des Frontalunterrichts geschieht, welcher immer noch die dominierende Unterrichtsform ist.

Im Kanon der verschiedenen Sozialformen ist der Frontalunterricht mit fast 77% die am weitesten verbreitete Form des Unterrichts. Ihm folgt die Einzelarbeit mit 10,24% und der Gruppenunterricht (7,43%). Klassenkooperation (2,60%) und Partnerarbeit (2,88%) sind weit abgeschlagen (Gudjons, 2007, S. 39). Dies gilt aber nicht für alle Schulstufen. Zum Beispiel weisen die deutschen Grundschulen den Weg, diese Überlegenheit des Frontalunterrichts abzubauen. Auch in anderen Ländern, wie z.B. in den Niederlanden bei der „Basisschool“ oder in Dänemark in der „Folkeskole“ sind solche Tendenzen zu erkennen (Skiera, 2003, S. 376 ff). Der Frontalunterricht ist auf keinen Fall minderwertig oder gar falsch einzustufen. Skiera (2003) schreibt dazu, dass „seine Dominanz in der Schule, nicht aber der Frontalunterricht als solches pädagogisch bedenklich“ ist. Jedoch bietet der Frontalunterricht dem Schüler nicht die Möglichkeit des selbstständigen Lernens (Skiera, 2003, S. 376). Der Frontalunterricht engt die Schüler in ein starres Korsett. Freiräume zur eigenen Entfaltung und Selbstständigkeit sind dabei nicht vorgesehen.

Unabhängig von der Unterrichtsform besitzen die Unterrichtsinhalte z.T. keine Verbindung zur Lebenswelt der Schüler. Wissen wird in für sie unverständlichen Merksätzen, Formeln oder Begriffssystemen vermittelt. Davon betroffen sind vor allem die Naturwissenschaften, insbesondere die Schulfächer Physik und Chemie, die den Schülern große Probleme bereiten. Im „Ratgeber Bildung“ heißt es, dass der „Chemieunterricht zu kompliziert und zu abstrakt“ von den Schülern empfunden wird (Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, 2010, S. 19). Auch Guderian (2007) weist auf den Interessensabfall an der Physik hin, „der bereits in der Mittelstufe zu verzeichnen ist“ (Guderian, 2007, S. 1). Sommer (2010) schreibt dazu, speziell „die Naturwissenschaft Physik hat im Bildungssystem mit einem steten Verfall des Interesses in der Sekundarstufe zu kämpfen“ (Sommer, 2010, S. 17). Holst (2005) verweist ebenfalls auf diesen Umstand und schreibt: „Ein sicheres Fundament [ist] bei den Schülerinnen und Schülern (...) kaum vorhanden und viele stehen den Fächern Chemie und Physik in der Sekundarstufe I emotional ablehnend gegenüber“ (Holst, 2005, S. 1).

Damit entsteht ein großes Problem. Die Bundesrepublik Deutschland verfügt über keine tiefgehenden Ressourcen, wie z.B. Öl oder Gas. Unterstell (2013)¹ schreibt dazu, dass die „postindustrielle Bundesrepublik, ein ressourcenarmes Land“ ist. Sie „brauche die `Ressource Wissen` wie die Luft zum Atmen, brauche Erkenntnisfortschritt und Innovation, technologische Entwicklung und wissensbasiertes Handeln“ (Unterstell, 2013). Der Ressource „Wissen“ wird eine immer größer werdende Rolle zugeschrieben. Aus diesem Grund benötigt die Bundesrepublik Deutschland gut ausgebildete Fachkräfte im Bereich der Naturwissenschaften und Technik, um weiterhin zur Weltspitze der Industrienationen zu gehören.

Doch gerade hier entsteht ein gravierendes Problem. Es herrscht bzw. entsteht ein Fachkräftemangel in den sogenannten MINT-Berufen (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik). Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie führt dazu aus:

*„Fachkräfte sichern Innovation und Wettbewerbsfähigkeit, Wachstum und Beschäftigung, Wohlstand und Lebensqualität. Angesichts der demografischen Entwicklung ist die Sicherung des Fachkräftebedarfs eine der großen Herausforderungen der kommenden Jahrzehnte für alle Akteure aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft“.*²

Einen flächendeckenden Fachkräftemangel gibt es derzeit noch nicht. Dennoch können in verschiedenen Regionen bereits heute offene Stellen nicht mit Fachkräften besetzt werden. Der MINT-Bereich ist davon vor allem betroffen.³

Gleichzeitig sind diese Bereiche, wie bereits im oberen Abschnitt angesprochen, von Desinteresse und Abneigung gekennzeichnet. Das Problem besteht darin, dass „Ausbildungs- und Studiengänge in den betreffenden Fächern sich keiner großen Beliebtheit erfreuen und zu wenig nachgefragt werden, wenn man den tatsächlichen Bedarf an Fachkräften zugrunde legt“ (Quaiser-Pohl & Endepohls-Ulpe, 2010, S. 7).

Neben dem Problem, dass der Bedarf an Fachkräften nicht gedeckt werden kann, ergibt sich ein weiteres Problem. Nach wie vor besteht die stereotype Vorstellung, dass Mädchen einen schlechteren Zugang zu Mathematik und den Naturwissenschaften haben als Jungen. So

¹ <https://www.bpb.de/apuz/158662/science-center-wissen-als-erlebnis>

² <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/fachkraeftesicherung.html> (12.10.2018)

³ <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/fachkraeftesicherung.html> (12.10.2018)

schreiben Quaiser-Pohl und Endepohls-Ulpe (2010), dass die „Situation durch die Tatsache [erschwert wird], dass sich im Rahmen von Bildungsprozessen im MINT-Bereich offensichtlich erhebliche Geschlechterunterschiede zeigen“ (Quaiser-Pohl und Endepohls-Ulpe, 2010, S.7). Um diesem Umstand entgegenzuwirken, gibt es verschiedene Maßnahmen, mit denen Mädchen gezielt für den MINT-Bereich begeistert werden sollen (Quaiser-Pohl und Endepohls-Ulpe, 2010, S.7-8). Dazu zählen z. B. Initiativen wie „Komm mach MINT“⁴ oder dem Programm „Taste Mint“⁵ (Quaiser-Pohl und Endepohls-Ulpe, 2010, S.8).

Auch Vergleichsstudien wie etwa PISA zeigen, dass Handlungsbedarf zur Verbesserung der Schülerleistungen in Mathematik und in den Naturwissenschaften bestand und immer noch besteht. Die PISA-Studie aus dem Jahr 2000 hat der Öffentlichkeit gezeigt, dass deutsche Schüler im Vergleich zu anderen Ländern eher über mittelmäßiges Wissen in der Mathematik und den Naturwissenschaften verfügen. Die PISA Studie aus dem Jahr 2015 verzeichnet jedoch einen leichten Aufwärtstrend.

Wulf (2015) schreibt in seiner Arbeit, dass „es nicht mehr allein die Aufgabe der Schulen bleiben [kann], naturwissenschaftlich-technisch hoch qualifizierten Nachwuchs heranzuziehen“ (Wulf 2015, S. 4 in Bezug auf Hoffmann, 2010). Von Konhäuser (2004) wird der Bedarf an Science Centern anhand der schlechten Ergebnisse bei der PISA Studie gerechtfertigt (Konhäuser. 2004, S. 1). Science Center bieten die ideale Gelegenheit sich Wissen frei von starren Schulstrukturen anzueignen und mit bereits vorhandenem Wissen zu verknüpfen. Neben den positiven Effekten der Science Center, wird die Wirkungsfähigkeit von Science Centern in Frage gestellt. Unterstell (2013)⁶ schreibt dazu, dass nur „spekuliert werden [kann], was die `Erwachsenen von morgen´ tatsächlich aus Science Centern mitnehmen“.

Die Thematik Science Center wird im weiteren Verlauf der Arbeit noch einmal näher betrachtet. Trotz der Vorbehalte gegenüber Science Centern, stellen sie ein wichtiges Element in unserem Bildungssystem dar.

Zusammengefasst ergeben sich vier Problemstränge. Zum einen besteht eine große Abneigung gegenüber den Naturwissenschaften (vor allem der Physik und Chemie) und Technik. Zum anderen entsteht gleichzeitig eine zunehmende Lücke bei der Versorgung mit Fachkräften im MINT-Bereich. Darüber hinaus sind die Schulleistungen deutscher Schüler in Mathematik und Naturwissenschaft, im Vergleich zu anderen Ländern, nur mittelmäßig und durchaus erweiterbar. Ebenso besteht weiterhin die stereotype Vorstellung, dass Mädchen keinen guten Zugang zur Mathematik, Naturwissenschaften und Technik haben.

⁴ <https://www.komm-mach-mint.de/Presse/Pressemitteilungen/neue-Angebote-auf-www.komm-mach-mint.de>

⁵ <https://tastemint.de/> (12.10.2018)

⁶ <https://www.bpb.de/apuz/158662/science-center-wissen-als-erlebnis>

Das 3. Kapitel befasst sich mit der wissenschaftlichen Einordnung der Arbeit. Hier erfolgt zunächst eine Einordnung in die wissenschaftliche Literatur. Zudem werden auf die geschlechtsspezifischen Leistungsunterschiede im Bereich der Mathematik und Naturwissenschaft eingegangen. Die PISA- und Hattie-Studie bilden hierbei die Grundlage. Nachfolgend wird auf die Faszination der Dinosaurier eingegangen, sowie deren Auswirkungen auf die Schule bzw. Unterricht.

Im 4. Kapitel werden die Begriffe „Lernen“ und „Wissen“ im Allgemeinen vorgestellt. Es erfolgt eine Beschreibung und Definition des Begriffs „Wissen“. Im Anschluss wird auf die entstehende „Wissensgesellschaft“ eingegangen. Abschließend wird darauf eingegangen, wie sich der Wissenszuwachs durch aktives Handeln innerhalb und außerhalb der Schule gestaltet.

Das 5. Kapitel geht auf das „Lernen an außerschulischen Lernorten“ ein. Hierbei erfolgt eine Definition des Begriffs „außerschulischer Lernort“. Nachfolgend wird auf den Begriff „Lernort“ eingegangen. Zudem werden die positiven und negativen Aspekte von außerschulischen Lernorten beleuchtet.

Im 6. Kapitel wird auf Science Center als außerschulischer Lernort eingegangen. Es erfolgt eine Definition des Begriffs „Science Center“. Zudem wird dargelegt, inwieweit sich Science Center im Spannungsfeld von klassischen Museen und Freizeitparks befinden. Im Anschluss wird auf den Ursprung und die Weiterentwicklung von Science Centern eingegangen. Ebenso wird die Entwicklung und das grundlegende Konzept der Phänomenta Flensburg eingegangen. Das Science Center als informeller Lernort wird betrachtet. Zudem erfolgt eine Darstellung zu interaktiven Exponaten in Science Centern. Ebenso werden das geschlechtsspezifische Verhalten sowie die Nutzung von Texten und Erklärungen beleuchtet. Abschließend wird auf Effektivität von Besuchen in Science Centern eingegangen.

Im 7. Kapitel werden die für diese Arbeit zugrunde liegenden Hypothesen vorgestellt.

Das 8. Kapitel beschreibt die Methodik dieser Arbeit. Es werden das Forschungsdesign und die Forschungsmethoden vorgestellt. Der Ablauf der Untersuchung sowie die Auswahl der untersuchten Klasse wird dargelegt. Im Anschluss wird die Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ vorgestellt und die interaktiven Exponate werden beschrieben sowie klassifiziert. Nachfolgend werden die Beobachtungen in der Sonderausstellung beschrieben. Die Vor- und

Nachbefragung sowie die Kurzzeitbefragung und Einzelbeobachtungen werden vorgestellt. Ebenso werden die Beobachtungskategorien nach Barriault (1999) und die Erweiterungen beschrieben. Im Anschluss wird die Erstellung der Assoziationskategorien zur Beurteilung der Mind-Map-Befragung beschrieben. Auf die Software wird abschließend eingegangen.

Im 9. Kapitel werden die Ergebnisse sowie die Prüfung der Hypothesen vorgestellt. Im 10. Kapitel erfolgt eine Diskussion und Fazit. Das 11. Kapitel gibt eine Zusammenfassung der Arbeit.

Das 12. Kapitel gibt die verwendete Literatur an und im 13. Kapitel werden die Abbildungen aufgeführt.

3 Wissenschaftliche Einordnung der Arbeit

In diesem Abschnitt der Arbeit erfolgt zunächst eine Einordnung in die wissenschaftliche Literatur. Anschließend werden auf geschlechtsspezifische Unterschiede im Bereich der Mathematik und Naturwissenschaften eingegangen. Hierbei stehen die PISA-Studie und die Hattie-Studie im Vordergrund. Die Faszination der Dinosaurier sowie die Verbindung der Thematik „Dinosaurier“ zur Schule wird dargestellt.

3.1 Bildungsforschung an Science Centern

Das erste Science Center der Welt wurde 1969 in San Francisco eröffnet. Erst 1984 begann mit der „Phänomonta Flensburg“ die Etablierung der Science Centern Deutschland. Seitdem erfreuen sich Science Center zunehmender Beliebtheit.

Heering, Kiupel und Schulze Heuling (2016) schreiben dazu, dass „ein erhebliches Defizit systematischer Analysen zu bildungswissenschaftlichen Belangen in diesem Bereich zu konstatieren ist“ (Heering, Kiupel und Schulze Heuling, 2016, S. 237 in Bezug auf Grunert, 2015). Auch Bade (2010) hält fest, dass die „Science-Center Pädagogik (...) in Europa bisher nicht befriedigend erziehungswissenschaftlich dokumentiert oder aus der Pädagogik hergeleitet“ ist (Bade, 2010, S. 6). Wulf (2015) führt in seiner Arbeit aus, dass im „deutschsprachigen Raum relativ wenig Fach- und Sachliteratur zum Besucherverhalten in (...) Science Centern zu finden ist“ (Wulf, 2015, S. 6). Kapelari (2011) schreibt, dass die „Forschung zum Lernen in Science Centern (...) wie ein Puzzle Spiel [ist] mit unheimlich vielen Teilen. Das Problem dabei ist allerdings, dass es keine Vorlage gibt, die zeigt wie das fertige Bild schlussendlich aussehen wird“ (Kapelari, 2011, S. 79).

Heering, Kiupel und Schulze Heuling (2016) halten fest, dass „die Forschungslage zum Bildungsort Science Center im anglo-amerikanischen Raum wesentlich umfangreicher ist als in Deutschland“ (Heering, Kiupel und Schulze Heuling, 2016, S. 241).

Die wenigen Arbeiten, die das Lernen in Science Center untersuchen, besitzen keine universelle Übertragbarkeit. In den letzten Jahren sind einige Arbeiten mit verschiedenen Schwerpunkten entstanden. Die Literatur zum Besucherverhalten im Museum ist umfangreicher, als die zu Science Centern. Auch Wulf (2015) geht auf diese Problematik ein und schreibt:

„Es stellt sich in diesem Zusammenhang allerdings die berechtigte Frage, ob Erkenntnisse aus der Museumsforschung überhaupt auf Science Center mit ihren Hands-On-Exponaten übertragbar sind“ (Wulf, 2015, S. 8).

Die Arbeit von Wulf (2015) steht in dichter Verbindung zu der vorliegenden Arbeit. In seiner Arbeit untersuchte Wulf (2015) die „Nutzung von interaktiven Experimentierstationen in Science Centern“. Wulf (2015) analysiert das Experimentierverhalten von Besuchern in der Phänomenta Flensburg mittels eines vorentwickelten Kategorieschemas. Wulf (2015) und der Autor haben dieses Schema auf der Grundlage vorheriger Arbeiten von Barrialut (1999), Schließmann (2005) und Öhding (2009) erarbeitet. Auf die Weiterentwicklung des Kategorieschemas wird an späterer Stelle eingegangen.

Die nachfolgende Aufstellung gibt einen groben Überblick zur Literaturlage zum Thema „Science Center“ (inkl. Miniphänomenta) in Deutschland:

- Fiesser (1990 / 1996 / 1999 / 2000 / 2001/ 2005),
- Kiupel (1996),
- Schaper-Rinkel, u.a. (2001),
- Konhäuser (2004),
- Schließmann (2005),
- Förster (2004),
- Holst (2005),
- Assmussen (2007),
- Geyer (2008),
- Sommer (2010),
- Bade (2010),
- Sturm (2014)
- Wulf (2015),
- Hamm (2015)

Die bisherigen Untersuchungen zum Thema Science Center sind verschiedenartig und besitzen verschiedene Schwerpunkte. Assmussen (2012) hält fest, dass gekürzt drei Hauptforschungsstränge erkannt werden können:

1. Wirkungsforschung
2. Exponaten- und Ausstellungsforschung
3. Zusammenhang von Schule und Science Center (Assmussen, 2012, S. 354)

Die nachfolgende Arbeit lässt sich den beiden ersten Strängen zuordnen. Mit der Ausstellung soll zum einen die nachhaltige Verankerung der dargestellten Phänomene über einen längeren Zeitraum untersucht werden. Zum anderen soll die Nutzungsintensität der dargestellten Phänomene untersucht werden.

3.2 Geschlechtsspezifische Unterschiede im Bereich der Mathematik und der Naturwissenschaft (PISA-Studie / Hattie-Studie)

Bedient man sich stereotypen Geschlechtervorstellungen, so zeigen sich gängige Klischees. Jungen haben zur Mathematik und Naturwissenschaften einen guten Zugang, Mädchen fällt es schwer mathematisch-naturwissenschaftliche Inhalte zu erschließen. Demzufolge „gehört der mathematisch-naturwissenschaftliche Bereich zu den männlichen Domänen“ (Jahnke-Klein, 2007, S. 101).

Verschiedene Studien und Arbeiten haben sich den anscheinenden Unterschieden zwischen Jungen und Mädchen in der Mathematik und Naturwissenschaften angenommen. Die Ergebnisse der verschiedenen Studien sind durchaus heterogen. Nachfolgend wird exemplarisch auf die PISA- und Hattie-Studie eingegangen.

3.3 PISA-Studie: Geschlechtsspezifische Unterschiede im Bereich der Mathematik und der Naturwissenschaft

Es werden hier nur die PISA Ergebnisse aus den Jahren 2000, 2009 und 2015 berücksichtigt. Der Autor hat sich für diese Herangehensweise entschieden, um zum einen die langfristigen Entwicklungen darzustellen und zum anderen den gegenwärtigen Stand darzulegen.

Bei der PISA-Studie (Programme for International Students Assessment) handelt es sich um eine,

„international[e] vergleichende Studie der OECD zur Leistungsfähigkeit der Bildungsfähigkeit der Bildungssysteme von 32 Staaten. Die standardisierte Leistungsmessung wurde im Jahr 2000 mit 15jährigen Schülern gegen Ende der Pflichtschulzeit in ihren Schulen durchgeführt. In Deutschland bestand die repräsentative Stichprobe aus etwa 5000 Schülern aus 219 Schulen“ (Schaub & Zenke, 2004, S. 430).

Betrachtet man zunächst die Ergebnisse der PISA-Studie aus dem Jahr 2000, so muss festgehalten werden, dass das mathematische Fachwissen deutscher 15-jähriger Schüler erheblich unter dem Durchschnittswert der OECD⁷ lag (Frey u.a., 2010, S. 171). Im internationalen Ranking nahm Deutschland im Bereich der Mathematik und den Naturwissenschaften den 20. Platz ein und befand sich damit im unteren Mittelfeld. In der Mathematik wurden die ersten drei Plätze von Japan, Korea und Neuseeland belegt. In den Naturwissenschaften sind es Korea, Japan und Finnland (BPB, 2002, S. 8). Die Ergebnisse aus der PISA Studie von 2000 waren für die deutsche Öffentlichkeit ein Schock. Hier wurden die unzulänglichen Leistungen deutscher Schülerinnen und Schüler offengelegt.

Neun Jahren später hat sich dieses Bild ein wenig gewandelt. Es gibt „Anzeichen einer leicht positiven Entwicklung mathematischer Kompetenz fünfzehnjähriger Schülerinnen und Schüler in Deutschland“ (Frey, u.a., 2010, S. 172). Dennoch liegt Deutschland beim mathematischen Fachwissen „nur gering über dem OECD-Durchschnitt“. Trotz dieser leicht positiven Entwicklung darf nicht außer Acht gelassen werden, dass der „Abstand zu den Staaten der Spitzengruppe (...) nach wie vor beträchtlich“ ist (Frey u.a., 2010, S. 172). Im Bereich des naturwissenschaftlichen Fachwissens hat sich das Bild stärker gewandelt. Im Jahr 2000 lag es noch erkennbar unter dem Durchschnitt der OECD. Der PISA-Test von 2009 zeichnet für die Naturwissenschaften eine gute Entwicklung. Dennoch muss festgehalten werden, dass mit „Blick auf die internationale Spitzengruppe (...) weiterhin Entwicklungspotenzial besteht“ (Rönnebeck u.a., 2010, S. 193-194). Frey u.a. (2010) schreiben bezüglich der PISA Studie von 2009, dass „die mathematische Kompetenz der Mädchen fällt in Deutschland signifikant niedriger aus als die der Jungen“ (Frey u.a., 2010, S. 172). Rönnebeck u.a. (2010) führen aus, dass sich die „mittlere naturwissenschaftliche Kompetenz von Mädchen und Jungen (...) in Deutschland nicht signifikant [unterscheidet]“ (Rönnebeck, 2010, S. 193).

Bei der PISA-Studie im Jahr 2015 zeigte sich, dass die naturwissenschaftliche Kompetenz deutscher Schüler kennzeichnend über dem OECD-Durchschnitt liegt (Reiss u.a., 2016, S.4). Spitzengruppe bilden Japan, Estland, Finnland und Kanada. Reiss u.a. (2016) schreiben, dass „es in Deutschland gelungen [ist], die naturwissenschaftliche Kompetenz auf einem im internationalen Vergleich hohen Niveau zu konsolidieren“ (Reiss u.a., 2016, S. 4). Es zeigen sich aber Möglichkeiten für Leistungssteigerungen. Im Vergleich zu PISA 2006 ist bei den Gymnasien ein beachtenswerter Rückgang im Hinblick auf die naturwissenschaftliche Kompetenz zu verzeichnen. Bei den anderen Schulformen ist dies nicht zu verzeichnen. „Deutschland schöpft das Potenzial des differenzierten Schulsystems zur besseren Förderung

⁷ OECD (Organization for Economic Cooperation and Development)

von Talenten in der naturwissenschaftlichen Bildung also weiterhin nicht hinreichend aus“ (Reiss u.a., 2016, S. 5).

Betrachtet man zunächst die internationalen Befunde, so zeigt sich ein interessantes Verhältnis zwischen Mädchen und Jungen im Bereich der Lesekompetenz und den mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen. Nach der ersten PISA Studie im Jahr 2000 konnte in Bezug auf die Lesekompetenz festgestellt werden, dass die Mädchen bessere Ergebnisse erreichen. (Stanat u.a., 2002, S. 14) Im Bereich der Mathematik verändern sich die Ergebnisse. Hier zeigen sich „Leistungsvorteile für die Jungen“ (Stanat u.a., 2002, S. 15). Diese Vorteile sind jedoch geringer als die Leistungsunterschiede im Lesen. (Stanat u.a., 2002, S. 15)

Die Befunde im nationalen Vergleich ähneln den Befunden im internationalen Vergleich. (Stanat u.a., 2002, S. 15). Baumert u.a. (2002) schreiben in ihrer Arbeit „PISA 2000 – Die Länder der Bundesrepublik Deutschland im Vergleich“ wie folgt:

„Jungen und Mädchen haben unterschiedliche Präferenzen für die naturwissenschaftlichen Fächer und zeigen deutlich unterschiedliche Leistungen. Mädchen sind typischerweise in Biologie besser als die Jungen, während Jungen in Physik und Chemie überlegen sind. Fasst man die naturwissenschaftlichen Fächer zusammen, so zeigt sich in der Regel ein Leistungsvorsprung der Jungen“ (Baumert u.a., 2002, S. 153).

3.4 Hattie-Studie: Geschlechtsspezifische Unterschiede im Bereich der Mathematik und der Naturwissenschaft

Teilweise besteht immer noch die traditionelle Ansicht, dass es „deutliche Unterschiede bei den Lernleistungen zwischen männlichen und weiblichen Lernenden gibt“ (Hattie, 2015, S. 66). Zu den gängigsten Vorstellungen gehört: „Jungen interessieren sich für Mathematik, Mädchen für Sprache“ (Hattie, 2015, S. 66). Studien haben ergeben, dass die „Ähnlichkeiten (...) größer [sind] als die Unterschiede“ (Hattie, 2015, S. 66). Wenn Unterschiede zu verzeichnen sind, so sind diese sehr schwach. Für den Bereich Mathematik hält Hattie fest, dass sie „sehr gering“ seien (Hattie, 2015, S. 67 in Bezug auf Freeman, 1984 / Friedmann, 1989 / Frost, Hyde & Fennema, 1994 / Hines, 1989 / Hyde, Fennema & Lamon, 1990 / Hyde, Fennema, Ryan, Frost & Hopp, 1990 / Linn & Hyde, 1989).

Hattie (2015) hält ebenfalls fest, dass auch für den Bereich der Naturwissenschaften die „Unterschiede sehr gering“ seien (Hattie, 2015, S. 67 in Bezug auf DeBaz, 1994 / Kahl, Fleming & Malone, 1982 / Steinkamp & Maehr, 1984).

Festzuhalten ist dennoch, dass die „(...) motivationsbedingte Orientierung der Mädchen ist eher positiv bei den biologischen Wissenschaften und bei Chemie, während Jungen in den physikalischen Wissenschaften besser abschneiden als Mädchen“ (Hattie, 2015, S. 67 in Bezug auf Becker & Chang, 1986 / Haladyna & Shaughnessy, 1982 / Steinkamp & Maehr, 1984 / Weinburgh, 1995).

Die vielseitig beachtete Hattie-Studie hat die pädagogische Welt auf den Kopf gestellt. Im Gegensatz zu vielen anderen Forschungsansätzen und Erkenntnissen stellt Hattie die Lehrerin/den Lehrer allein in den Vordergrund.

Spiewak (2013) schreibt dazu: „Das ist Hatties zentrale Botschaft, die er aus dem Datengebirge zutage gefördert hat: Was Schüler lernen, bestimmt der einzelne Pädagoge. Alle anderen Einflussfaktoren – die materiellen Rahmenbedingungen, die Schulform oder spezielle Lehrmethoden – sind dagegen zweitrangig. Auf den guten Lehrer kommt es an“⁸.

Hattie (2009) kommt in seiner Studie zu dem Schluss, dass bei „der Wissensvermittlung nicht die Unterschiede zwischen den Geschlechtern in den Vordergrund gerückt werden dürfen“ (Wulf, 2015, S. 196). Betrachtet man jedoch die Gruppe der Jungen, so sind riesige Unterschiede innerhalb dieser Gruppe erkennbar. Das gilt ebenfalls für die Mädchen (Meyer, 2014, S. 5).

⁸ <https://www.zeit.de/2013/02/Paedagogik-John-Hattie-Visible-Learning/komplettansicht?print> (18.10.2018)

Nach einer Erklärung, warum es zu diesen möglichen Differenzen kommt, wird an dieser Stelle nicht nachgegangen. Es würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen und ist auch nicht Gegenstand der Arbeit. Durch die Vorstellung dieser beiden Ergebnisse, sollte lediglich gezeigt werden, wie heterogen die Befunde ausfallen können. Zudem liegt der Fokus dieser Arbeit in der Untersuchung des Experimentierverhaltens von Schülern in der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ in der Phänomenta Flensburg.

3.5 Faszination Dinosaurier

Unterschiedliche Funde versteinertes Dinosaurierknochen zeugen von ihrer Existenz, die vor ca. 65 Millionen Jahren endete. Ihre Existenz blieb jedoch lange Zeit nicht erkannt. Anfang des 19. Jahrhunderts wurden versteinerte Knochen gefunden, die jedoch nicht zugeordnet werden konnten. Sir Richard Owen erkannte die Zusammenhänge und erfand die Bezeichnung Dinosauria (schreckliche Echse). 1842 taucht der Begriff in einer wissenschaftlichen Publikation zum ersten Mal auf (Lambert u.a., 2011, S. 20).

Mitte des 19. Jahrhunderts entstanden die ersten Modelle in lebensähnlicher Größe von Dinosauriern. Hierzu schreibt Lambert (2011):

„Die ersten lebensgroßen Modelle von Dinosauriern ähnelten schuppigen Nashörnern. Sie entstanden 1853 und stehen noch immer im Sydenham Park in London. Benjamin Waterhouse Hawkins, (...), schuf die Modelle (...) nach der Anleitung von Richard Owen“ (Lambert, 2011, S. 21).

Jules Verne (1864 / 2012) lässt die Dinosaurier in seinem Buch „Die Reise zum Mittelpunkt der Erde“ aufleben, in dem zwei von ihnen einen Kampf austragen. Im Roman „Die vergessene Welt“ von Sir Arthur Conan Doyle (1912 / 2016) leben ebenfalls Dinosaurier auf. Nicht zuletzt mit den Filmen „Jurassic Park“ von Steven Spielberg betreten Dinosaurier endgültig die mediale Welt (Höller, 2016, S. 3).

Das Mysteriöse oder auch z.T. unerklärliche, welches Dinosaurier umrankt, bildet die Grundlage für die ungebrochene Faszination dieser Tiere. Eine Erklärung für diese Faszination

findet der Psychologe Peter Walschburger (2016)⁹ in der „Angst-Lust“ (Schnabel, 2016)¹⁰. Walschburger¹¹ (2016) führt wie folgt aus:

„Man wird etwas geängstigt von diesen riesigen Tieren, von diesen ungewöhnlichen Gestalten, von der Grauen-Vorzeit-Geschichte dahinter und gleichzeitig enorm neugierig und angeregt. (...) Wenn so ein kleiner Spund zum ersten Mal ein solch´ gigantisches Monstrum sieht dann ist er verblüfft. (...) Diese mächtige Erregung macht ihn so neugierig, dass er auch das Wort wissen will und das prägt er sich dann fest ein und er kann dann vielleicht Brachiosaurus oder Tyrannosaurus Rex ohne Weiteres sagen“.

Heute gibt es allein in Deutschland eine Vielzahl an Museen, wissenschaftlichen Sammlungen oder Freizeitparks zum Thema „Dinosaurier“. Folgende Aufstellung gibt einen kurzen Überblick. Die vorliegende Aufstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern zeigt exemplarisch einige Museen, Sammlungen oder Freizeit- und Erlebnisparks.

Museen und Sammlungen	
LWL-Museum für Naturkunde	Munster
Urweltmuseum Hauff	Holzmanden
Goldfuß-Museum im Institut für Paläontologie	Bonn
Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum	Frankfurt
Staatliches Museum für Naturkunde	Stuttgart
Staatliches Museum für Naturkunde	Karlsruhe
Bayrische Staatssammlung für Paläontologie und Geologie	München
Paläontologische Sammlung der Universität Tübingen	
Geomuseum der Universität Münster	¹²
Freizeit und Erlebnisparks	
Dinosaurier Park Münchenhagen	bei Hannover
Saurierpark	Bautzen
Dinosaurierland	Rügen
Dinopark Teufelsschlucht	Eifel

⁹ <https://www1.wdr.de/wissen/natur/dinosaurier-110.html> (15.3.2019)

¹⁰ <https://www1.wdr.de/wissen/natur/dinosaurier-110.html> (15.3.2019)

¹¹ <https://www1.wdr.de/wissen/natur/dinosaurier-110.html> (15.3.2019)

¹² <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/palaeontologische-museen-und-dino-parks-in-deutschlands-a-1038630.html> (15.10.2014)

Dino Adventure Park	Weiterstadt
Tier-, Freizeit- und Urzeitpark Germendorf	Oranienburg
Movie Park	Bottrop
Erse Park	Uetze
Freizeitpark Ruhpolding	13

Abbildung 1: Übersicht - Museen / Sammlungen / Freizeit- und Erlebnisparks zum Thema Dinosaurier

Solcher (2008) schreibt in ihrer Arbeit, bezüglich des Interesses von Kindern und Dinosauriern, wie folgt:

„Von allen urzeitlichen Lebewesen werden die Kinder am meisten von den Dinosauriern in den Bann gezogen. Sie rangieren noch mit Abstand vor dem Säbelzahn tiger und dem Mammut, wobei zu gelten scheint: je größer – desto interessanter“ (Solcher, 2008, S. 77.

Solcher (2008) schreibt, dass die Begeisterung „zum Ende der Grundschulzeit sukzessive“ abnimmt (Solcher, 2008, S. 79). In ihrer Arbeit ging sie, bezüglich des Themenbereichs „Dinosaurier“, vier Fragen nach.

1. „Was gefällt dir an Dinos?“

Es stellte sich heraus, dass der Punkt „Macht“ ihnen am meisten gefällt. Für 22,5% der Kinder „stellt [Macht] eindeutig das wichtigste Kriterium (...) dar“ (Solcher, 2008, S. 78).

2. Besitzt du Dinosachen?

Von den befragten Kindern, gaben 69,5% an, dass sie über Dinosachen verfügen. Hierbei vor allem Figuren und Bücher (Solcher, 2008, S. 79-80). „Der hohe Anteil an Figuren war zu erwarten, denn hier handelt es sich, neben Kuscheltieren, (...) meistens um Sammelobjekte der großen Merchandising Industrie (McDonald, Nestle, Kelloggs, Burger King, etc.)“ (Solcher, 2008, S. 80).

¹³ <https://www.cyberzwerge.de/tipps-von-mama/dinosaurierparks-und-museen/> (15.10.2018)

3. Wo hast du schon einmal Dinos gesehen?

Das Ergebnis zeigt, dass 37% der Kinder Dinosaurier im Fernsehen (TV-Film) und 26% im Kino gesehen haben. Ebenso wurden mit 19% Dinosaurier im Zeichentrickfilm und zu 18% in der Werbung gesehen. (Solcher, 2008, S. 81)

4. Wie wurde dein Interesse an Dinos geweckt?

Die Ergebnisse zeigten, dass 25,7% der befragten es nicht wussten, durch welche Quelle ihr Interesse geweckt wurde. Die Schüler gaben Bücher mit 24,3%, Schule mit 16,5%, Kino mit 15,2%, TV mit 14,3% und Werbung mit 4% an (Solcher, 2008, S. 82-83).

Solcher (2008) schreibt in ihrer Zusammenfassung und Resümee wie folgt:

„Alle diejenigen, die mit Kindern zu tun haben, seien es Eltern, andere Familienangehörige, Erzieher oder Lehrer wissen, dass Dinosaurier aus der Welt der Kinder nicht mehr wegzudenken sind“ (Solcher, 2008, S. 245).

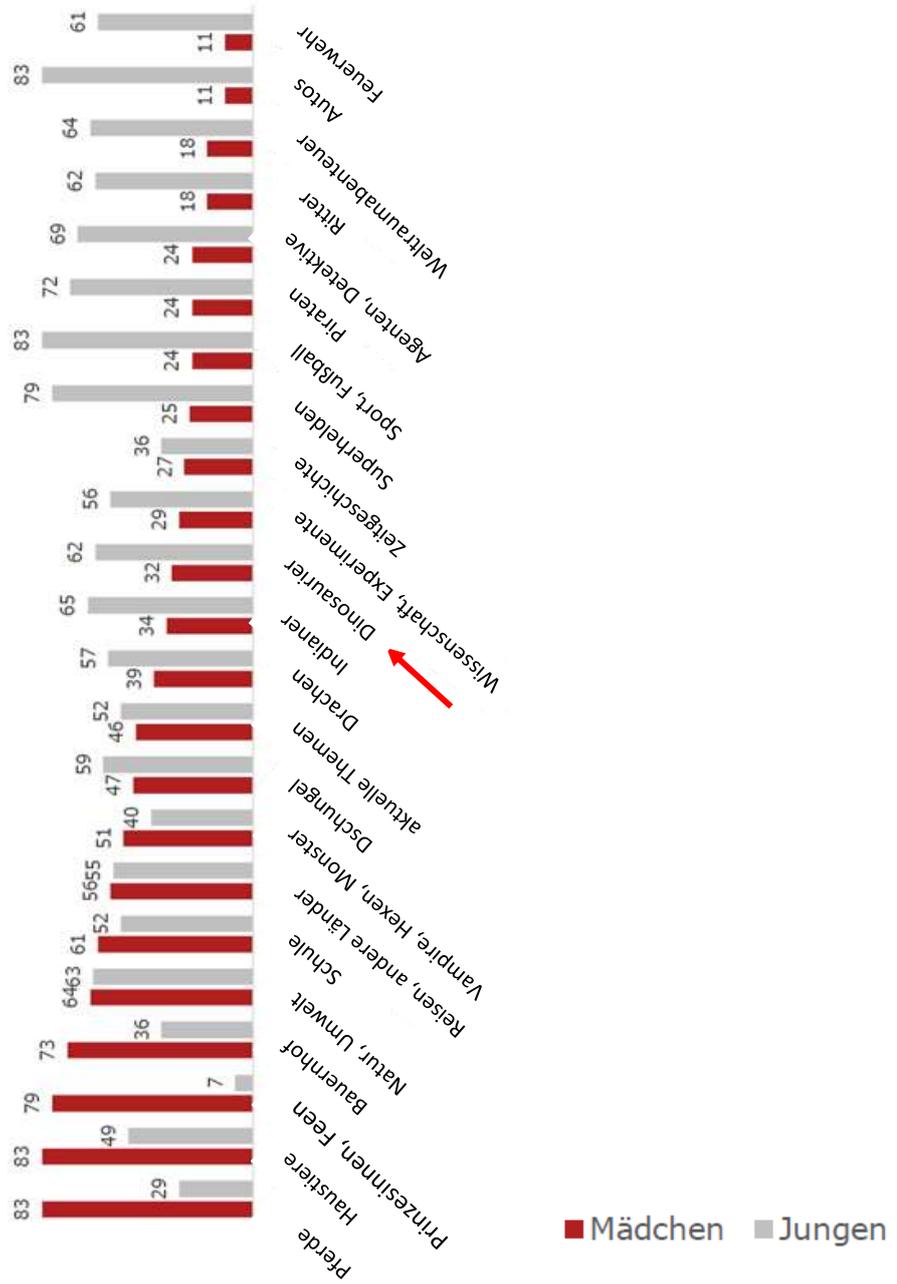
In der Kinder-Medien-Studie 2018¹⁴ werden unterschiedliche Verhaltensweisen und Interessenslagen von Kindern im Alter von 4 bis 13 Jahre untersucht. Im Abschnitt „Themenwelten & Themeninteressen“ wird auf Themeninteressen von Jungen und Mädchen eingegangen. Die Ergebnisse zeigten, eine ineinander entgegengesetzte Interessenslage. Die nachfolgende Grafik verdeutlicht die Interessenslage (Kinder-Medien-Studie, 2018, S. 30).

Deutlich zu erkennen sind die unterschiedlichen Interessen von Jungen und Mädchen. Am deutlichsten zeigen sich diese Unterschiede im Bereich Pferde und Haustiere sowie Sport, Fußball und Autos. Im Bereich Dinosaurier zeigt sich ebenfalls ein erkennbarer Unterschied (Kinder-Medien-Studie, 2018, S. 30).

¹⁴ https://kinder-medien-studie.de/wp-content/uploads/2018/08/KMS_Handout_PK2018_FINAL_V2.pdf (9.4.2019)

Diametrale Themeninteressen – gleiches Niveau bei Natur & Umwelt + Reisen & andere Länder

Themeninteresse – Mädchen & Jungen im Vergleich.



Basis: 3,53 Mio. Mädchen und 3,73 Mio. Jungen 4-13 Jahre, Angaben in %. 4-5-Jährige: Antworten der Eltern, 6-13-Jährige: Antworten der Kinder

Abbildung 2: Interessen / Kinder-Medien-Studie 2018 (überarbeitet durch Steuer, 2020)

Das Interesse und die Faszination die von Dinosauriern ausgehen, wurde von Film- und Fernsehindustrie entdeckt und eingehend genutzt. Dinosaurier sind regelrechte Medienstars. Im Bereich „Serien und Filme“ besteht schon seit vielen Jahrzehnten ein Dinosaurier-Boom. Zu den bekanntesten Filmen gehören „In einem Land vor unserer Zeit“, „Jurassic Park“ oder „Jurassic World“. Hierzu schreibt Dzemski (2006): „In der Filmindustrie sind Dinosaurier und andere Kreaturen nach wie vor aktuell“ (Dzemski, 2006, S. 6 in Bezug auf Jacobsen, 2000).

Im Bereich der Spielzeugindustrie sind Dinosaurier nicht wegzudenken. Hierzu gehören Figuren, Kuscheltiere, Kinder- und Jugendbücher, Hörspiele oder Gesellschaftsspiele. Auch das Ergebnis von Solcher (2008) bestätigt diese Tatsache.

Auch in der Kleidungsindustrie haben die Dinosaurier Einzug gehalten. Der T-Rex, aber auch die „Langhalsdinosaurier“ oder der Stegosaurus werden gerne als Vorlage für Motive bei der Kinderbekleidung genutzt. Sei es als „harmloser“ bunter Aufdruck, als glitzerndes Paillettenmotiv, oder als „gefährlich“ wirkender Aufdruck.

Als Formgebung zeigen sich Dinosaurier auch im Bereich der Kindernahrung. Hierbei stehen T-Rex, „Langhalsdinosaurier“ und der Stegosaurus in vorderster Reihe.

In regulären Schulbüchern ist das Thema „Dinosaurier“ spärlich bzw. nur als Randnotiz zu finden, beispielweise in der Übersicht zur Evolution. Doch im Rahmen von Unterrichtsmaterialien sind Dinosaurier als Unterrichtsgegenstand stark verbreitet. Ebenso gibt es eine Vielzahl an Internetadressen, die sich mit dem Thema „Dinosaurier“ für Kinder beschäftigen.

Im Gespräch mit einer Lehrerin bei ihrem Besuch in der Phänomenta Flensburg sagte Sie zum Autor: „Der Dinosaurier-Hype ist doch mittlerweile vorbei“. Hinterfragt man diese Meinung, so gelangt man zu der Erkenntnis, dass dies nicht der Fall sein kann. Der Dinosaurier-Hype ist ungebrochen. Auch Professor Christian von der Europa Universität-Flensburg, der auch gleichzeitig der Betreuer dieser Dissertation ist, ist der Ansicht, dass „Dinosaurier (...) immer noch eine große Anziehungskraft auf Kinder“ haben.¹⁵

Dass Dinosaurier auch als „Wissensvermittler“ dienen können, zeigt exemplarisch eine Initiative der Universität Gießen von Ziemek (2010). In einem Interview wird Ziemek (2010) befragt, ob „in der Gießener Dino-Ausstellung nicht völlig nutzloses Wissen vermittelt“ wird. Er antwortet, „dass nur Wissen Wissen schafft. Also nur wenn ich Wissen habe, kann auch

¹⁵ <https://www.shz.de/lokales/flensburger-tageblatt/physik-wie-sie-lebt-und-laeuft-id2309296.html> (15.10.2018)

weiteres Wissen dazu erworben werden. Und das Wissen über Dinosaurier ist genauso gut wie das über Pokemons, Motorräder (...).“ (Kronenberg, 2010)¹⁶

Das Thema „Dinosaurier“ besitzt seit ihrer „Entdeckung“ eine enorme Anziehungskraft und Faszination. Dies gilt für die Wissenschaft als auch für Laien. Die Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ in der Phänomena Flensburg, macht sich diese Faszination zu Nutze, in dem sie den Schwerpunkt „Dinosaurier“ mit in ihren Themenkanon aufnahm. Sie reit sich damit in die Vielzahl von Projekten in Schulen oder Kindergärten, wissenschaftlichen Sammlungen oder Museen ein.

Die Ausstellung ist fächerübergreifend gestaltet. D.h. es werden die beiden Naturwissenschaften Physik und Biologie miteinander verbunden. Die physikalischen Phänomene werden anhand des Themas „Dinosaurier“, welches in der Biologie im Rahmen der Evolution verankert ist, zum Experimentieren angeboten. Die Ausstellung besteht aus 14 Exponaten und umfasst die Themen Pendelgesetze, Massenverhältnisse, Hebelwirkung, Funktion von Muskeln und Sehnen. Desweiteren gibt es Informationsstationen die in Form von Wandtafeln, Ausstellungsstücken oder einem computergestütztem Dinosaurier-Lexikon angeboten werden. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird die Sonderausstellung detaillierter beschrieben.

Priboschek (2016) fordert: „Dinos in den Unterricht!“ (Priboschek, 2016, S. 39). In den Grundschulen wird die Schöpfungsgeschichte behandelt. Das Thema „Evolution“ wird zudem gar nicht oder nur spärlich behandelt. Dennoch besteht ein großes Interesse. Priboschek (2016) schreibt dazu: „Dabei ist das Interesse der Kinder an Dinosauriern oder der Verwandtschaft von Affen und Menschen augenfällig“. Wissenschaftler, Pädagogen sowie Philosophen sind der Ansicht, dass hier Bildungschancen vertan werden (Priboschek, 2016, S. 39).

In seiner Studie untersuchte Schilke (1999) die „Lernvoraussetzungen von Kindern zum Thema Dinosaurier“ (Schilke, 1999, S. 3). Hierzu wurden 22 Grundschul Kinder im Alter von 8 – 10 Jahren „mittels semistrukturierter Interviews befragt“ (Schilke, 1999, S. 3) Schilke stellt dar, dass Kindern die Begrifflichkeit „Dinosaurier“ bekannt ist und das „Dinosaurier viererorts zur kindlichen Lebenswelt“ dazu gehören (Schilke, 1999, S. 3). Nachfolgend werden die Ergebnisse von Schilke (1999) grob skizziert. Die „grundlegende Forschungsfrage“, der Schilke (1999) nachgeht lautet:

¹⁶ <https://www.marbuch-verlag.de/archiv.asp?jahr=2010&woche=17&type=100>

„Welche Lernvoraussetzungen haben Grundschul Kinder des 3. und 4. Schuljahres zum Thema Dinosaurier?“ (Schilke, 1999, S. 5).

Dazu untergeordnet geht Schilke (1999) weiteren spezielleren Forschungsfragen nach.

1. Welche Zugänge haben Kinder zu dem Thema Dinosaurier?

Die Antworten der Kinder zeigten, dass 12 von 22 Kinder den Zugang größtenteils aus dem Alltag erfuhren. Hierbei werden Medien (Videofilme, Fernsehfile, Hörspielkassetten, Bücher, Zeitschriften, Spielzeugmodelle) und Elterngespräche genannt. Zudem führten die Kinder aus, dass sie Bücher lesen würden, ein Dino-Zentrum aufsuchen sowie „eigene Grabungen durchzuführen“ (Schilke, 1999, S. 7). Über die Schule erfuhren 5 von 22 Kindern den Zugang. Die restlichen 5 Kinder machten keine Angaben. (Schilke, 1999, S. 7)

2. Welche Merkmale von Dinosauriern werden erwähnt? (Körperliche Kennzeichen und Verhalten)

Körperbau, Ernährungsweise, Eigenheiten im Verhalten und zeitliche Einordnung werden von Schilke (1999) als Merkmal benannt. Die Ergebnisse zeigten, dass 15 von 22 Kindern sich zum Körperbau äußerten. Zur Ernährungsweise äußerten sich 14 Kinder. Ebenso erfolgten 14 Äußerungen zu Eigenheiten zum Verhalten mit. Von 9 Kindern wurde etwas zur zeitlichen Einordnung gesagt (Schilke, 1999, S. 8).

3. Gibt es Interessenunterschiede bei den Kindern? Die Frage wird zugespitzt auf Unterschiede in den Interessen von Mädchen und Jungen.

Schilke (1999) unterscheidet hier in zwei Ergebnisbereiche. Zum einen in die Interessensunterschiede bei Mädchen und Jungen und zum anderen in die Erschließung des Lerngegenstandes. Schilke's (1999) Ausführungen beziehen sich bei der Darstellung der Interessensunterschiede auf 13 Kinder. Die Ausführungen der 13 Kinder zeigen verschiedene Interessen bei Mädchen und Jungen. Es zeigt sich, dass Jungen ein höheres Interesse an Dinosauriern haben, als Mädchen. Einige Mädchen äußern allerdings, dass „(...) sie sich zumindest eine zeitlang durchaus für Dinosaurier interessierten und, etwa in einer Projektwoche, engagiert mitarbeiteten“ (Schilke, 1999, S. 9).

Interessierte Kinder sind bereit, sich den „Interessensgegenstand weiter zu erschließen“ (Schilke, 1999, S. 9) Hierzu nennt Schilke (1999) einige Indikatoren. Zum einen lesen die Kinder Bücher und Hefte über Dinosaurier. Es werden auch Bücher mehrmals genutzt. Ebenso schauen die Kinder Filme zum Thema Dinosaurier (Schilke, 1999, S. 9). Die Ergebnisse zeigten, dass 8 Kinder mehr über Dinosaurier erfahren möchten. 14 Kinder machten keine Äußerungen. „Mithin ist bei etwa einem Drittel der Kinder nachweisbar, daß diese Kinder ihren bisherigen Kenntnisstand erweitern möchten“ (Schilke, 1999, S. 10).

4. Welche Äußerungen über Gefühle werden abgegeben?

Es zeigte sich, dass 4 Kinder „angenehme Gefühle, Spannungsgefühle“ äußerten (Schilke, 1999, S. 11). Ambivalente Gefühle wiesen die Aussagen von 9 Kindern auf. Weitere 9 Kinder ließen sich nicht zuordnen (Schilke, 1999, S. 11). Schilke (1999) führt aus, dass „ambivalent bedeutet hier z.B., daß sie pflanzenfressenden Dinosauriern zugeneigt sind, fleischfressende Dinosaurier hingegen ablehnen“ (Schilke, 1999, S. 11). Es äußerten 4 Kinder, dass sie keine Angst vor Dinosauriern haben. Hingegen gaben 8 Kinder an, dass sie Angst hätten (Schilke, 1999, S. 11). „Von den 22 Kindern sagen 10 Kinder nichts über Angst bzw. Nicht-Angst“ (Schilke, 1999, S. 11). Schilke (1999, S. 11) unterteilt die Ergebnisse wie folgt:

<u>Emotionale Betroffenheit durch Dinosaurier</u>	
	<u>Summe</u>
angenehme Gefühle, Spannungsgefühle mitgeteilt	4+; 9+/-; 9-
Kind sagt, es habe keine Angst (oder erschlossen aus dem Kontext)	4
Kind sagt, es habe Angst (z.T. nur vor fleischfress. Dinos; oder erschlossen aus Konext)	8
Kind sagt nichts zu Angst / Nichtangst (nicht erschließbar)	10
+ <i>derartige Gefühl vorhanden</i>	
+/- <i>ambivalente Gefühle</i>	
- <i>Keine Mitteilung</i>	

Abbildung 3: Emotionale Betroffenheit durch Dinosaurier (Schilke, 1999)

Zusammengefasst lässt sich festhalten, dass die hervorstechenden Informationsquellen die Medien und die Elternhäuser waren. Größe und Stärke wurden von den Kindern vor allem genannt. Verschiedene Interessen konnten bei den Kindern festgestellt werden. Bezüglich der Zu- und Abneigung wurde ein eindeutiger Unterschied festgestellt. (Schilke, 1999, S. 12)

Interessante Ergebnisse zeigen sich im Bereich einer Untersuchung von Rohen (2017)¹⁷ zu Interessen hochbegabter Kinder. Die Untersuchung führte sie mittels einer Befragung der Kinder sowie deren Eltern durch.

„Die Befragung (...) erfolgte mit 27 Kindern (mit 18 Elternfragebögen; nicht von allen Eltern die Fragebögen ausgefüllt) im letzten Kindergartenjahr (...) sowie in der 1. Klasse mit neun der ehemals 27 Kinder (...) und in der 3. Klasse mit acht der ehemals 27 Kinder (...)“ (Rohen, 2017, S. 100).

Die Ergebnisse waren vielfältig. Gehäuft wurde der Themenbereich Tiere genannt. Aber Sport (Fußball, allgemeine Sportarten) gehörte zu den Nennungen. Ebenfalls wurden einzelne Themen wie Burgen und Weltall angegeben. Dinosaurier wurden „besonders häufig (...) als beliebtes erdgeschichtliches Thema“ benannt (Rohen, 2017, S. 101). Nachfolgend wird dargestellt, welches Interessensgebiet von den Eltern und Kindern angegeben wurden. Mehrfachnennungen waren möglich. (Nennungen die umklammert waren, werden hier nicht berücksichtigt.)

Am Häufigsten wurde das Thema „Tiere“ (mit 29,2% aller Nennungen) als Interessensgebiet ihrer Kinder benannt. An zweiter Stelle war das Thema „Dinosaurier (mit 16,7% aller Nennungen) zu verzeichnen. An dritter Stelle fand sich das Thema „Pferde“ (mit 12,5% aller Nennungen). Der gesamt Themenkomplex Tiere, Dinosaurier und Pferde umschließt 58,4% aller Nennungen (Rohen, 2017, S. 102).

Bei der ersten Befragung in der Kita, wurde von Kindern das Thema „Dinosaurier“ mit 18,52% aller Nennungen, am Häufigsten benannt. Die übrigen Themen waren breit gestreut und werden hier nicht aufgezählt. Bei der zweiten Befragung, diese fand in der 1. Klasse statt, wandelte sich die Interessenslage. Am Häufigsten wurde hier wieder das Thema „Tiere“ (mit 41,7% aller Nennungen) benannt. Das Thema „Dinosaurier“ stand nicht mehr im Fokus und fand sich im breit gestreuten Interessensgebiet der Kinder wieder. Bei der dritten Befragung in der dritten Klasse, wurde das Thema der Dinosaurier nicht mehr genannt. Am Häufigsten wurde hier der Themenbereich „Tiere“ (mit 41,7% aller Nennungen) angeführt (Rohen, 2017, S. 102).

¹⁷ http://www.gdsu.de/gdsu/wp-content/uploads/2017/07/6_6_Rohen.pdf (18.7.2019)

Es handelt sich bei dieser Untersuchungsgruppe um eine geringe Stichprobengröße und im Verlauf der Untersuchung hat sich die Stichprobengröße von 27 Kindern auf 8 Kinder reduziert. Dennoch zeigen sich hier interessante Tendenzen. Neben dem Thema „Dinosaurier“ wird das Thema „Tiere“ mit am Häufigsten genannt.

Dinosaurier sind in der Welt der Kinder eine feste Größe, auch wenn das Interesse „zum Ende der Grundschule sukzessive“ abnimmt (Solcher, 2008, S. 79). Das Thema Dinosaurier besitzt dennoch eine hohe Schulrelevanz. Das vorliegende Interesse sollte genutzt werden, um frühzeitig naturwissenschaftliche Inhalte zu vermitteln. Anhand des Themas Dinosaurier ließen sich bereits in der Grundschule grundlegende naturwissenschaftliche Inhalte vermitteln, die in den weiterführenden Klassen vertieft werden könnten.

Es besteht eine Vielzahl von Unterrichtsmaterialien zum Thema Dinosaurier, mit denen das Interesse der Schüler bedient werden könnte. Mittels des Themas Dinosaurier ließen sich Themen aus den verschiedenen naturwissenschaftlichen Bereichen miteinander verbinden. Das Aussterben der Dinosaurier aus dem Bereich der Biologie, hierbei im Speziellen der Evolution, ließe sich mit den Bereichen „Temperatur“ oder der „Altersbestimmung“ (radioaktive Isotope) aus der Physik.

4 Lernen und Wissen

Im nachfolgenden Kapitel wird zunächst auf die Begriffe des „Lernens“ und „Wissens“ eingegangen. Anschließend erfolgt eine Definition des Begriffs „Wissen“. Nachfolgend wird auf die beginnende bzw. Entwicklung der Wissensgesellschaft und deren Bedeutung für die Zukunft eingegangen. Abschließend wird dargestellt, inwieweit es zu einem Wissenszuwachs durch aktives Handeln inner- und außerhalb der Schule kommen kann.

4.1 Lernen

Betrachtet man zunächst den Begriff des „Lernens“ im Allgemeinen, so wird er „(...) im Zusammenhang mit dem Erwerb von Wissen und Fertigkeiten verwendet, wie er in der Schule stattfindet“ (Henze, 2004, S. 283) Allerdings wird der Lernbegriff aus psychologischer Betrachtungsweise, „wesentlich weiter gefasst und bezeichnet alle relativ überdauernden Veränderungen des Erlebens und Verhaltens, die aufgrund von Erfahrungen zustande kommen“ (Henze, 2004, S. 283). Aus pädagogischer Sicht ist der Mensch als „homo discens“ anzusehen,

d.h. als das lernende Wesen (Hobmair u.a., 2002, S. 77). Er ist naturgemäß vom Lernen abhängig. Hobmair u.a. (2003, S. 206) schreiben, dass das Lernen selbst nicht beobachtbar ist.

Hobmair u.a. (2002) definieren Lernen wie folgt:

„Lernen ist ein nicht beobachtbarer Prozess, der durch Erfahrungen und Übung zustande kommt und durch den Verhalten und Erleben relativ dauerhaft erworben oder verändert und gespeichert wird“ (Hobmair u.a., 2002, S. 78).

Von Bower und Hilgard (1983) wird Lernen wie folgt definiert:

„Lernen bezieht sich auf Veränderungen im Verhalten oder im Verhaltenspotential eines Organismus hinsichtlich einer bestimmten Situation, die auf wiederholte Erfahrungen des Organismus in dieser Situation zurückgeht, vorausgesetzt, daß diese Verhaltensänderung nicht auf angeborene Reaktionstendenzen, Reifung, oder vorübergehende Zustände (wie etwa Müdigkeit, Trunkenheit, Triebzustände, usw.) zurückgeführt werden kann“ (Bower & Hilgard, 1983, S. 31).

Auch Schröder (2002) schreibt, dass Lernen durch „(...) relativ dauerhafte Verhaltensänderung auf Grund von Erfahrung“ bewirkt wird (Schröder, 2002, S. 14). Für das „Lernen“ ist somit Veränderung im Verhalten charakteristisch. Laut Schaub und Zenke (2004) ist „Veränderung [...] der generelle Indikator für Lernen in allen Lerntheorien“ (Schaub & Zenke, 2004, S. 352). Lernen wird im Allgemeinen mit dem „Erwerb von Wissen und Fertigkeiten“ gebraucht (Henze, 2004, S. 283)

4.2 Wissen

Das Wissen, welches die Menschheit mittlerweile gewonnen hat, ist so umfassend, dass es individuell nicht mehr übersehbar ist. Betrachtet man den Bereich der Computertechnologie, so ist eine rasch voranschreitende Entwicklung seit den 1980er Jahren zu erkennen. Liedke (2004) schreibt, dass „kein einzelner Mensch mehr, das kumulierte Wissen zu überblicken“ vermag (Liedke, 2004, S. 519).

Der „Gegenstand Wissen“ erhält zunehmend an Bedeutung. Sie ist wie eine „Ressource“ anzusehen. Unterstell (2013) schreibt, dass die „(...) postindustrielle Bundesrepublik, ein ressourcenarmes Land, braucht die ‘Ressource Wissen’ wie die Luft zum Atmen, brauche

Erkenntnisfortschritt und Innovation, technologische Entwicklung und wissensbasiertes Handeln“¹⁸.

Die wirtschaftliche Struktur eines Landes ist ein guter Indikator, um festzustellen, in wieweit es zu Veränderungen im Bildungsbereich gekommen ist oder kommen wird. Stehr (1994) schreibt dazu, dass „(...) [als] erstes Anzeichen für das Entstehen einer Wissensgesellschaft (...) die radikale Umwandlung der Wirtschaftsstruktur der industriellen Gesellschaft gelten“ kann (Stehr, 1994, S. 34-35). Auf dem Wirtschaftsmarkt treffen sich Angebot und Nachfrage. Die Nachfrage, nach gut ausgebildeten Arbeitnehmern, wird durch die Wirtschaft eines Landes gestellt. Das Angebot wird durch den Bildungsbereich bereitgehalten, der junge Mensch bestmöglich mit Wissen „ausrüstet“. Diese „Ausrüstung“ gewährleisten die allgemeinbildenden Schulen. Dies ist gewiss nur eine sehr vereinfachte und oberflächliche Betrachtungsweise, da die allgemeinbildenden Schulen, nicht die zentrale Aufgabe der Berufsausbildung haben. Dennoch formen sie die Grundlage für den späteren Weg in die Arbeitswelt. Schaub und Zenke (2004) schreiben dazu, dass für die allgemeinbildenden Schulen „(...) die Vermittlung einer grundlegenden Bildung, die vor der spezielleren beruflichen Ausbildung liegt (...)“ bezeichnend ist (Schaub & Zenke, 2004, S. 21). Festzuhalten bleibt, dass Wissen als Ressource oder Ware an Bedeutung zunimmt. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass die allgemeinbildenden Schulen, die Kinder und Jugendliche bestmöglich mit Wissen ausstatten, damit sie anschließend erfolgreich am Berufsleben teilnehmen können.

Zukünftig wird die Berufswelt starken Veränderungen gegenüberstehen. Die digitale Technik und das damit notwendige Wissen, stellen den Bildungsbereich auf allen Ebenen vor neue Herausforderungen.

4.3 Beschreibung und Definition des Begriffs „Wissen“

Wie die oberen Ausführungen zeigen, nimmt die Bedeutung von Wissen zu. Unsere Gesellschaft lebt in einer Transformationsphase mit dem Ziel einer Wissensgesellschaft. Auch im Hinblick der Science Center Pädagogik gibt es Forschungswege, die sich mit dem Begriff „Wissen“ auseinandersetzen.

In dieser Arbeit wird der Begriff „Wissen“ in Bezug auf die Science-Center-Thematik näher betrachtet. Dazu erfolgt zunächst eine Übersicht wie der Begriff „Wissen“ beschrieben bzw. definiert wird.

¹⁸ <https://www.bpb.de/apuz/158662/science-center-wissen-als-erlebnis>

Im Duden wird bezüglich der Bedeutungsbeschreibung ausgeführt, dass es hierbei um die „Gesamtheit der Kenntnisse, die jemand [auf einem Gebiet] hat“ handelt.¹⁹

Liedtke (2004) beschreibt „Wissen“ aus anthropologischer Sichtweise wie folgt:

„Wissen ist die Bezeichnung für die Information, über die ein Organismus nicht bereits auf Grund seiner biologischen Ausstattung verfügt (...), sondern die er durch Lernen erworben hat“ (Liedtke, 2004, S. 518, in Bezug auf Liedtke, 1991).

Aus der psychologischen Betrachtungsweise wird von Arnold (2004) der Begriff „Wissen“ folgendermaßen beschrieben:

„Wissen ist das kognitive Ergebnis expliziter oder impliziter Lernprozesse. Wissensbestände werden im Langzeitgedächtnis in unterschiedlicher Weise repräsentiert“ (Arnold, 2004, S. 520).

Von Schaub und Zenke (2004) definieren „Wissen“ wie folgt:

„Die im Gedächtnis einer Person gespeicherten und reproduzierbaren Beobachtungen, Erfahrungen, Kenntnisse und Einsichten über vielfältige Wirklichkeitsbereiche, die einerseits oft die Folge unbeabsichtigter Lernprozesse sind, andererseits aber auch die Voraussetzung für bewusste Lern-, Denk- und Problemlösungsprozesse, von denen aus ein Individuum die Welt interpretiert und auf sie verändernd einwirkt“ (Schaub & Zenke, 2004, S. 594).

Hobmair u.a. (2003) beschreiben Wissen folgendermaßen:

„Mit Wissen bezeichnet man die von einem Individuum im Gedächtnis verarbeiteten und gespeicherten Informationen“ (Hobmair u.a., 2003, S. 132).

Asmussen (2007) verwendet in seiner Arbeit folgende Definition:

„Unter Wissen über einen bestimmten Inhalt verstehe ich (...) die Summe der im Gedächtnis verfügbaren Propositionen und Verknüpfungen, die in der Form eines semantischen Netzwerkes gespeichert sind“ (Asmussen, 2007, S. 34).

Die hier aufgeführten Beschreibungen und Definitionen weisen einen grundlegenden Kernpunkt auf. Es muss ein Lernprozess stattgefunden haben, um sich neues Wissen

¹⁹ <https://www.duden.de/rechtschreibung/Wissen> (30.12.2018)

anzueignen. Damit kann festgehalten werden, dass das Wissen eines Individuums nicht von „Natur“ aus angelegt ist. Es muss im Rahmen von Lernprozessen angeeignet und gespeichert werden.

Hamm (2015) beschäftigt sich in ihrer Arbeit „Wissensvermittlung im Science Center - Kontextualisierte interaktive Ausstellungen als Wissensquelle für Erwachsene“ mit dem Begriff „Wissen“ in Bezug auf die Thematik „Science Center“. Die Autorin definiert für ihre Arbeit „Wissen“ wie folgt:

„Wissen umfasst 'alle nicht genetisch determinierten Resultate von Leben' (...), auf denen individuelles und soziales Handeln basiert (...). Es beinhaltet sowohl wertfreie, explizite Komponenten im Sinne von Informationswissen als auch wertbeladene und / oder implizite Bestandteile. Zu Letztgenannten gehören bspw. die äußerst wertbeladenen und impliziten Emotionen, Motivationen und Talente, sowie Erfahrungen, die als mittelmäßig wertbeladen und sowohl implizit als auch explizit eingestuft werden können“ (Hamm, 2015, S. 56-57 in Bezug auf Erpenbeck, 2000)²⁰.

Von Drucker (1989) wird „Wissen als Information, >>die eine Sache oder einen Menschen verändert, indem sie entweder Handlungsgrundlage wird oder einen einzelnen (oder eine Institution) dazu befähigt, andere und effektivere Handlungen einzuleiten. Und solche Wirkungen hat nur wenig neues >Wissen< <<“ (Stehr, 1994, S. 209-210 in Bezug auf Drucker, 1989).

Eine bündige Definition wird von Stehr (2001) aufgestellt. Nach Stehr (2001) wird Wissen als die „Fähigkeit zum (sozialen) Handeln (als Handlungsvermögen) (...) und damit als die Möglichkeit, etwas in 'Gang zu setzen'“ definiert (Stehr, 2001, S. 8).

Nach Stehr (2001) sei Wissen „ein Modell für die Wirklichkeit“. Zudem sei Wissen „potenziell in der Lage, die Realität zu verändern“. „In diesem Sinne ist Wissen ein universales Phänomen oder eine konstante anthropologische Größe“ (Stehr, 2001, S. 8 in Bezug auf Borgmann, 1999).

Hamm (2015) führt aus, dass die „(...) allgegenwärtige Verwendung dieses Wortes scheint dazu zu führen, dass es nicht es nicht die eine Definition von Wissen geben kann“ und bezieht sich damit auf Wiater (2007) (Hamm, 2015, S. 27). Wiater (2007) schreibt in diesem Zusammenhang:

²⁰ https://www.die-bonn.de/esprid/dokumente/doc-2000/nuissl00_05.pdf (12.7.2019)

„Wissen gibt es nicht nur in allen Wissenschaften, sondern auch in allen Berufen und in allen Alltagssituationen. Die Ubiquität von Wissen, das zu jeder Zeit an jedem Ort anzutreffen ist, macht eine eindeutige, allgemeine und in allen Verwendungssituationen gültige Aussagen darüber schwer, was Wissen denn genau ist“ (Wiater, 2007, S. 10).

Auch Seibring (2013)²¹ verweist darauf, dass eine „allgemein gültige Definition (...) kaum möglich“ ist. Sie beschreibt jedoch einige Merkmale. Zum einen ist „Wissen ist nicht in Isolation denkbar“. Zum anderen ist Wissen „stets kontextabhängig“. Darüber hinaus ist dessen „Aneignung, Hervorbringung und Geltung gesellschaftlich und kulturell (vor)geprägt“ (Seibring, 2013) Ist Wissen vorhanden, so „in sozialen Zusammenhängen und im Rahmen einer Wissensordnung“ (Seibring, 2013). Diese Wissensordnung kann sich verändern. Wie z.B. „durch neues Wissen oder neue Akteure, Institutionen und Medien“ (Seibring, 2013).

Reinmann-Rothmeier und Mandl schreiben ebenfalls, dass es gegenwärtig „keine einheitliche Definition dessen, was Wissen ist“ gibt (Reinmann-Rothmeier und Mandl, 2000 in Bezug auf Greeno, Collins & Resnick, 1996)²².

Stehr (1994) führt aus, dass Daniel Bell (vgl. Kapitel „Wissensgesellschaft“) „und andere Autoren, die Wissen als das neue axiale Prinzip der modernen Gesellschaftsstruktur entdeckt haben, halten sich mit der Frage, was Wissen eigentlich sei, nicht lange auf“ (Stehr, 1994, S. 203).

Wissen ist ein komplexer und facettenreicher Begriff, der nicht einfach zu definieren ist. Der Autor der vorliegenden Arbeit geht grundsätzlich davon aus, dass es zu einem Wissenszuwachs bereits dann gekommen ist, wenn mittel- bzw. langfristig selbst erworbene Lerninhalte verbal oder grafisch wiedergegeben werden können. Hierbei kommt es nicht auf die Komplexität der Ausführungen an. Wichtig ist, dass das angeeignete Wissen, welches im Rahmen eines selbstgesteuerten Lernprozesses angeeignet wurde, im Gedächtnis seine Verankerung gefunden hat und ggf. an späterer Stelle in Fachsystematiken eingebunden werden kann.

²¹ <http://www.bpb.de/apuz/158650/editorial> (4.1.2019)

²² <https://www.spektrum.de/lexikon/psychologie/wissen/16892> 4.1.2019

4.4 Wissensgesellschaft

Im Jahr 1973 wurde der Begriff „Wissensgesellschaft“ durch Daniel Bell mit seinem Werk „The Coming of Post-Industrial Society“ populär (Bender, 2013)²³.

Bell (1976) schreibt hierzu:

„Die nachindustrielle Gesellschaft ist in zweierlei Hinsicht eine Wissensgesellschaft: einmal, weil Neuerungen mehr und mehr von Forschung und Entwicklung getragen werden (oder unmittelbar gesagt, weil sich auf Grund der zentralen Stellung des theoretischen Wissens eine neue Beziehung zwischen Wissenschaft und Technologie herausgebildet hat); und zum anderen, weil die Gesellschaft – wie aus dem aufgewandten höheren Prozentsatz des Bruttosozialprodukts und dem steigenden Anteil der auf diesem Sektor Beschäftigten ersichtlich – immer mehr Gewicht auf das Gebiet des Wissens legt“ (Bell, 1976, S. 219)

Betrachtet man die wirtschaftliche Struktur der Bundesrepublik Deutschland, so ist zu erkennen, dass es zu einer spürbaren Veränderung gekommen ist. Stehr (1994) führt aus, dass als erstes „Anzeichen für das Entstehen einer Wissensgesellschaft (...) die radikale Umwandlung der Wirtschaftsstruktur der industriellen Gesellschaft gelten [kann]“ (Stehr, 1994, S. 34-35). Nachfolgend werden die beiden Bereiche „Produktionsfaktoren“ und „Wirtschaftssektoren“ in den Fokus gestellt, um diese Transformation zu verdeutlichen. Neben den klassischen Produktionsfaktoren (Boden, Arbeit und Kapital) ist ein weiterer Faktor hinzugekommen. Der Faktor „Wissen“ ist von zunehmender zentraler Bedeutung. Volkswirtschaftlich betrachtet, so „(...) wird die Produktion von Gütern als die Kombination der drei Produktionsfaktoren Boden Arbeit und Kapital bezeichnet“²⁴. Als vierter Produktionsfaktor wird in aktuelleren Gedankengängen Bildung, technischer Fortschritt, Information und Wissen hinzugezogen²⁵. Es lässt sich festhalten, dass „Wissen“ im modernen Wirtschaftssystem einen auffallenden Bedeutungszuwachs bekommt. Stehr (1994) schreibt dazu, dass „Wissen (...) mehr und mehr die Rolle der klassischen Produktionsfaktoren Eigentum [Kapital], Arbeit und Boden [übernimmt]“ (Stehr, 1994, S. 11-12).

²³ <http://www.bpb.de/apuz/158657/die-geburt-der-wissensgesellschaft-aus-dem-geist-des-kalten-krieges> (18.12.2018)

²⁴ <http://www.bpb.de/nachschlagen/lexika/lexikon-der-wirtschaft/20359/produktionsfaktor> (18.12.2018)

²⁵ <http://www.bpb.de/nachschlagen/lexika/lexikon-der-wirtschaft/20359/produktionsfaktor> (18.12.2018)

Ebenso hat sich auch die Arbeitswelt gewandelt. Es lassen sich der primäre, der sekundäre und der tertiäre Wirtschaftssektor voneinander unterscheiden. Festzustellen ist, dass hier eine deutliche Verschiebung des Arbeitskräftebedarfs stattgefunden hat. Der primäre Wirtschaftssektor, diesem Sektor lassen sich beispielsweise Berufe aus Land- und Forstwirtschaft zuordnen, verliert zunehmend an Bedeutung. Crößmann und Günther schreiben in diesem Zusammenhang (2018)²⁶:

„Die Verteilung der Erwerbstätigen mit Arbeitsort in Deutschland auf die Wirtschaftsbereiche des primären (...), sekundären (...) und tertiären (...) Sektors zeigt im langfristigen Zeitverlauf die großen strukturellen Veränderungen. Neue Produktions- und Fertigungsverfahren, zunehmende Automatisierung und Rationalisierung sowie die veränderte Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen haben zu einer erheblichen Umverteilung der Erwerbstätigen und damit auch zu einem gesellschaftlichen Wandel geführt“.

Festzustellen ist, dass in vielen westlichen Ländern (sowie in Deutschland auch) Arbeitsplätze in der Industrie abgebaut werden. Im Dienstleistungsbereich nehmen sie hingegen zu, hierbei vor allem „sogenannte wissensintensive Dienstleistungen“. In Deutschland ist der sektorale Wandel weniger auffällig (Poltermann, 2013).²⁷ Nach Poltermann (2013) wäre es ein Trugschluss, dass die Industriegesellschaft hinter uns liegt. Für die gesellschaftliche Arbeit bildet die Industrie noch weiterhin den Untergrund. „Schließlich sind große Teile der Dienstleistungen in den Bereichen Banken, Recht, IT-Technik, Logistik und Transport gerade industrienah und unternehmensbezogene Dienstleistungen“ (Poltermann, 2013). Betrachtet man personennahe Dienstleistungen, wie z.B. in der Gastronomie, Pflege und Betreuung, sind das überwiegend Arbeitsplätze mit einer besseren Bezahlung und erfordern meistens einen Studienabschluss (Poltermann, 2013).

Kajetzke und Engelhardt (2013)²⁸ werfen die Frage auf: „Leben wir in einer Wissensgesellschaft?“. Ist dieser vorhergesagte Wandel erkennbar oder hat er bereits stattgefunden. (Kajetzke, Engelhardt, 2013). Poltermann (2013) merkt an, dass es nicht eindeutig ist, was mit dem Begriff „Wissensgesellschaft“ gemeint ist.

²⁶ [https://www.bpb.de/nachschlagen/datenreport-2018/arbeitsmarkt-und-verdienste/278089/erwerbstaetige-nach-wirtschaftsbereichen-und-berufsgruppen%20\(21.12.2018\)](https://www.bpb.de/nachschlagen/datenreport-2018/arbeitsmarkt-und-verdienste/278089/erwerbstaetige-nach-wirtschaftsbereichen-und-berufsgruppen%20(21.12.2018))

²⁷ <http://www.bpb.de/gesellschaft/bildung/zukunft-bildung/146199/wissensgesellschaft> (21.12.2018)

²⁸ <http://www.bpb.de/apuz/158659/leben-wir-in-einer-wissensgesellschaft> (18.12.2018)

In Bezug auf die oben angesprochenen Produktionsfaktoren sowie Wirtschaftssektoren lässt sich diese Frage oberflächlich mit „ja“ beantworten. Gleichzeitig muss diese Frage genauer untersucht werden, wenn man sich die Ergebnisse der PISA-Studien betrachtet. Auch wenn es zu Verbesserungen gekommen ist, zur Spitzengruppe gehört die Bundesrepublik Deutschland dennoch nicht. Ein rohstoffarmes Land, dessen entscheidende Ressource „Wissen“ sein sollte, müsste in einer „Wissensgesellschaft“ leben.

Poltermann (2013) schreibt, dass mit dem Begriff „Wissensgesellschaft“ im Allgemeinen „(...) die wachsende Bedeutung von Wissen – technologischem Wissen und Handlungskompetenz – in fast allen Lebensbereichen der modernen Gesellschaft gemeint [ist], vor allem auch in der Wirtschaft“.

Wissen hat also „Konjunktur“ und ist „in“ (Maasen, 2009, S. 5). Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen bietet sich, neben den außerschulischen Bildungsmöglichkeiten, eine Vielzahl an Quellen mit deren Hilfe neues Wissen erworben werden kann. Fernsehsendungen wie z.B. „Willi wills wissen“ oder „Wissen macht Ah“ sind Quellen für Kinder und Jugendlichen mit deren Hilfe Wissen, außerhalb der Schule, aufgenommen werden kann. Auch für Erwachsene ergeben sich verschiedene Möglichkeiten. Zeitschriften wie beispielsweise „GEO Wissen“ oder „Zeit Wissen“ stehen hier z.B. als Quelle zur Verfügung (Maasen, 2009, S. 5).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Wissen an zunehmender Bedeutung gewonnen hat und immer noch gewinnt. Das zeigen exemplarisch die Entwicklungen im Bereich der Wirtschaft.

4.5 Wissenszuwachs durch aktives Handeln innerhalb und außerhalb der Schule

Die PISA-Studie hat gezeigt, dass Handlungsbedarf bestand und immer noch besteht. Gerade im Hinblick auf den kommenden Fachkräftemangel in den naturwissenschaftlichen und technischen Bereichen, den sog. MINT-Berufen (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik), müssen gezielte Maßnahmen eingeleitet werden, die diesem Mangel entgegenwirken. Aus diesem Grund ist es erforderlich, sowohl den Schulunterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern als auch in der Mathematik ansprechender zu gestalten (Presse und Informationsamt der Bundesregierung, 2010, S. 19).

Um dieses Ziel zu erreichen, werden z.B. neue Vermittlungswege eingeschlagen. Die Selbsttätigkeit des Schülers rückt dabei immer weiter in den Fokus der Unterrichtsgestaltung. Der Grundsatz der Selbsttätigkeit spiegelt sich auch in „Begriffen wie aktives Lernen, selbst

gesteuertes Lernen, selbst verantwortetes Lernen oder selbst bestimmtes Lernen“ wider (Schaub & Zenke, 2004, S. 504).

Neben der Selbstständigkeit von Schülern steht auch mehr und mehr das „Experiment“ im Vordergrund des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Aufschnaiter (2008) betont, dass Experimente aus „einem zeitgemäßen Physikunterricht nicht wegzudenken“ sind. Mithilfe von Experimenten sollen die Schüler zur verstärkten Mitarbeit im Unterricht motiviert werden. Zudem kommt ihnen die Rolle zu, dass sie „überraschende und erklärungsbedürftige Phänomene zeigen“. Neben den genannten Punkten sollen sie ebenso „physikalische Regeln und Gesetze veranschaulichen und Techniken des naturwissenschaftlichen Arbeitens etablieren“. Dem „Experiment“ wird eine Vielzahl von Aufgaben zugesprochen und damit ist der „Anspruch an Experimente (...) hoch, und nicht selten sind die erreichten Ergebnisse eher ernüchternd“ (Aufschnaiter, 2008, S. 4).

Aus der Praxis berichten Lehrer, dass Schüler die wesentlichen Lerninhalte nicht erkennen oder dass die Schüler häufig die Versuche „theorielos bzw. trial-and-error-artig durchführen, obwohl die Theorie im Vorfeld im Unterricht erklärt wurde“, ausführen. Darüber hinaus wird angemerkt, dass der Lernnutzen manchmal fragwürdig sei. Ungeachtet der hier aufgeführten Probleme hält Aufschnaiter (2008) fest, dass es „unbestreitbar [ist], dass die Schüler meist Freude am Experimentieren haben, Experimente also häufig motivierend sind (...)“ (Aufschnaiter, 2008, S. 4).

Abgesehen von den beiden bereits genannten Parametern, die zur Verbesserung des naturwissenschaftlichen Unterrichts beitragen sollen, hat sich seit Ende des 20. Jahrhunderts der Computer als neues Unterrichtsmedium etabliert. Er ist mittlerweile ein wichtiger Bestandteil der Wissensvermittlung bzw. Verbreitung. Dies gilt sowohl für den schulischen als auch für den privaten Bereich. Die Nutzung des Computers zum Wissenserwerb findet Kritiker und Befürworter. Die Gruppe der Befürworter koppelt an den „Einsatz von Computern (...) die Hoffnung, dass das Lernen durch speziell auf die Fähigkeiten einzelner Schüler ausgerichtete Lernprogramme individualisiert werden kann“ (Wössmann, 2007, S. 81). Die Kritiker sehen in der Computernutzung drei denkbare Gefahren. Sie sehen zum einen die „Interaktion zwischen Lehrern und Schülern eingeschränkt“. Zum anderen befürchten sie, dass das originelle Denken der Schüler nur „auf die Programmstruktur beschränkt bleibt“. Darüber hinaus nehmen sie an, dass das eingesetzte Kapital und die Unterrichtszeit, die für Computer aufgewendet werden, „nicht gerade der effektivste Einsatzort für dieses Geld und diese Zeit sind.“ Sie merken an, dass dieses Kapital an anderer Stelle womöglich fehlen könnte (Wössmann, 2007, S. 81). Die

dritte Gefahr sehen sie außerhalb der Schule, nämlich im „Ablenkungspotential durch Computerspiele“ (Wössmann, 2007, S. 82).

Die originale Begegnung können die Medien, wie z.B. Computer oder Fernseher nicht ersetzen. Die originalen Begegnungen lassen nur Lernorte außerhalb der Schule zu. Sie werden auch zunehmend eingesetzt, um den naturwissenschaftlichen Unterricht interessanter zu gestalten. Rönnebeck u.a. (2010) schreiben in „PISA 2009 – Bilanz nach einem Jahrzehnt“, dass das Interesse und Fachwissen an und in den Naturwissenschaften nicht nur in der Schule gewonnen wird. Es reichen nicht nur Schritte aus, die den Unterricht in den Naturwissenschaften verbessern sollen. Schülern wurden zunehmend unterschiedliche Wege geboten, sich mit den Naturwissenschaften außerhalb des Schulunterrichts auseinanderzusetzen. Ergänzend zu den Maßnahmen im schulischen Bereich, entwickelte sich außerhalb der Schule eine Vielfalt von Bildungsmöglichkeiten (Rönnebeck u.a., 2010, S. 194-195).

„So ist komplementär zu den innerschulischen Initiativen ein breites Spektrum an außerschulischen Bildungsangeboten entstanden. Forschungseinrichtungen, Universitäten, die Industrie, aber auch Museen und Science Center haben so genannte Schülerlabore gegründet, die Schülerinnen und Schülern die Begegnung mit aktueller Forschung ermöglichen, ihnen die Gelegenheit zum praktischen Arbeiten und Experimentieren geben und die zum Ziel haben, das Interesse der Jugendlichen für die Naturwissenschaften zu wecken“ (Rönnebeck u.a., 2010, S. 195 in Bezug auf Dähnhardt, Haupt & Pawek, 2009).

Bolte (2007) hält fest, dass es nicht so sei, dass es vor PISA keine Lernorte bzw. Einrichtungen für die naturwissenschaftliche Bildung außerhalb der Schule gegeben hätte. Hierzu nennt er das „Deutsche Museum in München, die Phänomenta in Flensburg oder das Universum in Bremen“ (Bolte, 2007, S. 221). Doch blieben ihre Tätigkeiten von der Gesellschaft oftmals unbemerkt. Nach PISA veränderte sich das Meinungsbild der Öffentlichkeit zu den Naturwissenschaften wesentlich. Sie zeigte, „dass das deutsche Bildungssystem im Bereich der naturwissenschaftlichen Grundbildung internationalen Vergleichen kaum stand hält“ (Bolte, 2007, S. 221). Zuzüglich wurde davon ausgegangen, dass bei gleichbleibender Entwicklung der Industrie ein Mangel an Fachkräften (MINT-Berufe) bevorstehen würde. Im Hinblick auf diese Lage wurden Maßnahmen eingeleitet, um diesem Problem entgegenzuwirken. Bolte (2007) schreibt dazu, dass sich danach „viele Institutionen (...) dieser Aufgabe angenommen und außerschulische Lern- und Bildungsangebote ins Leben gerufen“ haben (Bolte, 2007, S. 221).

Klaes und Welzel (2005) zeigen auf, dass im Zuge „der aktuellen Bildungsdiskussionen (...) außerschulische Lernorte zunehmend an Bedeutung“ gewinnen (Klaes und Welzel, 2005, S. 239). Sie bieten die Möglichkeit, das Lernen in der Schule zu unterstützen.

Im obigen Abschnitt wurde bereits auf die „originale Begegnung“ eingegangen. Spörhase-Eichmann & Ruppert (2004) schreiben, dass sie das „wichtigste Argument für die Einbindung von Lernorten außerhalb des Schulgeländes in die Unterrichtsarbeit ist“ (Spörhase-Eichmann & Ruppert, 2004, S. 190). Mithilfe der originalen Begegnung lassen sich Erfahrungen auf der primären Ebene machen und verhelfen zu einem engen Kontakt mit dem Inhalt des Unterrichts. Außerschulische Lernorte ermöglichen Schülern ein hohes Maß an Handlungsorientierung, um sich mit dem Unterrichtsgegenstand zu beschäftigen bzw. diesen zu erarbeiten. Es gibt eine Vielzahl von außerschulischen Lernorten, die eine direkte Begegnung mit Phänomen der Physik, Chemie oder Biologie ermöglichen. Dazu zählen u.a. Museen, Umweltzentren, Lernlabore, Zoos, zoologische und botanische Gärten und Science Center (Groß, 2007, S. 33-34).

In den hier aufgeführten außerschulischen Lernorten ausgenommen der Lernlabore und den Science Centern, können sich Besucher neues Wissen überwiegend nur durch Betrachten oder Lesen aneignen. In einem Science Center müssen die Besucher tätig werden, um das Ziel und den Zweck des Exponats zu erfassen. Besuchern sollen Phänomene und naturwissenschaftliche Zusammenhänge durch „Learning by Doing“ nahegebracht werden (Looß, 2004, S. 13). „Learning by Doing“ ist auf Dewey und James zurückzuführen (Becker u.a., 2005, S. 13). Sie beschreiben die „Formel, die das Lernen durch das Tun hervorhebt“ (Becker u.a., 2005, S. 13). D.h. die lernende Person wird „zum Subjekt und nicht zum Objekt des Lernprozesses“ (Becker u.a., 2005, S. 13). Innerhalb des Lernens in der Schule soll Wissen erzeugt werden, dieses Ziel streben Science Center primär nicht an. Dem Besucher sollen „Erfahrungen mit wissenschaftlichen Phänomenen [ermöglicht]“ werden. Darüber hinaus soll den Besuchern zu einer positiven Begegnung mit naturwissenschaftlichen Phänomenen verholfen werden. Das positive Erlebnis begünstigt die spätere formale Auseinandersetzung mit neuen Aufgaben (Haller, 2003, S. 155).

Die Ressource „Wissen“ gewinnt zunehmend an Bedeutung. Das eigene Handeln ist essentiell, um neues Wissen zu speichern. Sauerborn und Brühne (2012) führen dazu aus, dass der „Mensch ca. 10% durch Lesen, 20% durch Hören, 30% durch Sehen, 50% durch Sehen und Hören, 80% durch eigenes Sprechen und 90% durch eigenes Handeln“ an neuem Wissen

abspeichert (Sauerborn & Brühne, 2012, S. 58-59). Im Kapitel 5.8. „Effektivität von Besuchen in Science Centern“ wird noch auf die „Erinnerungsrate bei den verschiedenen Arten der Informationsaufnahme“ noch einmal eingegangen (Hobmair u.a., 2003, S. 137 in Bezug auf Hertlein, 2001)

Folgt man dieser Verteilung so ist deutlich zu erkennen, dass der Mensch selbst tätig werden muss, um möglichst einen hohen Anteil an neuem Wissen abzuspeichern. Stern, Preiß und Friedrich (2002)²⁹ gehen davon aus, dass „Kinder (...) in rasanter Geschwindigkeit Wissen [erwerben], wenn sie dabei möglichst viel selbst ausprobieren und mit Gegenständen experimentieren, die sie aus ihrem Alltag kennen“ (Thimm, 2002, S. 72)³⁰.

Betrachtet man jedoch die schulische Gegenwart, so ist festzuhalten, dass der Frontalunterricht die am häufigsten verwendete Unterrichtsform in deutschen Klassenzimmern ist. Beim Frontalunterricht versucht der Lehrer die Lerninhalte allen Schüler zugleich und dabei wirkungsvoll beizubringen. Der Lehrer überwacht und leitet den Lernablauf. Der Schüler nimmt eine passive und aufnehmende Position ein. Andersartiges Verhalten wird als Störung bzw. „Disziplinlosigkeit“ eingestuft (Schaub & Zenke, 2004, S. 571). Selbsttätigkeit und auch Selbstständigkeit sind damit begrenzt.

Dies hat auch Auswirkungen auf das spätere Arbeitsleben der Schüler. Schon jetzt wird von der Wirtschaft beklagt, dass notwendige „Schlüsselqualifikationen“ fehlen. Dazu zählen „Flexibilität, Eigeninitiative, Problemlösungsvermögen, Kommunikationsfähigkeit, Teamfähigkeit, Methodenbeherrschung“ sowie Selbstständigkeit (Klippert, 2002, S. 10).

Klippert (2004) schreibt dazu, dass sich deutsche Bildungsfachleute eins sind, dass es mit Maßgabe auf die neuen Verhältnisse in der „Familien-, Arbeits- und Berufswelt“ nötig ist, zum einen das Lernen und zum anderen das Lehren fundamental zu korrigieren und zu verbessern. Hierbei ist zu beachten, dass dem „selbstgesteuerten, team- und problemorientierten Lernen der SchülerInnen verstärkt Raum gegeben“ werden muss. (Klippert, 2002, S. 10)

Wie bereits im oberen Abschnitt beschrieben, offenbarte die PISA-Studie die mangelnden Kenntnisse deutscher Schüler in den Bereichen Naturwissenschaft und Mathematik. Gerade in diesen Bereichen ist es von Nöten, dass die Bundesrepublik Deutschland ihre Stärken nutzt und vorhandene Kapazitäten ausbaut. Unterschiedliche Ansätze der Wissensvermittlung in diesen Bereichen werden vermehrt im schulischen und außerschulischen Bereich eingesetzt und erprobt. Im außerschulischen Bereich bilden Science Center mittlerweile ein feste Größe zur

²⁹ <https://magazin.spiegel.de/EpubDelivery/spiegel/pdf/23011324->

³⁰ <https://magazin.spiegel.de/EpubDelivery/spiegel/pdf/23011324>

Wissensvermittlung. An späterer Stelle wird auf den Bereich Science Center detaillierter eingegangen.

5 Lernen an außerschulischen Lernorten

In der heutigen Bildungslandschaft ist die Vorstellung nicht mehr zeitgemäß, dass die Schule ein in sich abgeschlossener Raum ist, ohne eine Bindung an die reale Welt. Das Lernen an außerschulischen Lernorten ist als Bereicherung des „regulären“ Schulunterrichts anzusehen. Die Schule öffnet sich nach außen durch das Aufsuchen von außerschulischen Lernorten. Die Öffnung der Schule lässt sich auf zwei Ebenen betrachten. Das „Raus“ aus der Schule bedeutet, dass außerschulische Lernorte aufgesucht werden um neues Wissen sich aus erster Hand zu erarbeiten. Das „Rein“ in die Schule geschieht dadurch, dass Experten in die Schule eingeladen werden, damit das außerschulische Lernen vor- und nachbereitet werden kann. (Sauerborn & Brühne, 2012, S. 129) Das schulische Lernen und das Lernen an außerschulischen Lernorten ist keineswegs als ein Gegensatz anzusehen. Blaseio (2016) schreibt hier, dass „Lernangebote im Klassenzimmer mit Lernaktivitäten an außerschulischen Lernorten didaktisch eng verzahnt sind und sich gegenseitig im Rahmen der Lehr- und Lernprozesse befruchten“ (Blaseio, 2016, S. 264).

Der oft zitierte Grundsatz „Nicht für die Schule lernen wir, sondern für das Leben“ (Seneca, zitiert nach Sauerborn & Brühne, 2012, S. 129), bedarf einer Korrektur. Durch außerschulische Lernorte wird den Kindern die Möglichkeit geboten, nicht nur für das Leben zu lernen, „sondern auch durch das Leben“ (Sauerborn & Brühne, 2012, S. 129).

Spörhase-Eichmann und Ruppert (204) schreiben, dass „das wichtigste Argument für die Einbindung von Lernorten außerhalb des Schulgebäudes in die Unterrichtsarbeit (...) die damit verbundene originale Begegnung [ist]“ (Spörhase-Eichmann & Ruppert, 2004, S. 190) Neben dem Argument der originalen Begegnung kommt der Förderung der Selbstständigkeit der Schüler ein hohes Augenmerk zu. Es wurde bereits dargestellt, dass Frontalunterricht die Selbstständigkeit und Selbsttätigkeit der Schüler einengt und begrenzt. Selbstständigkeit und Selbsttätigkeit muss mehr Raum gegeben werden. Dewey spricht beispielsweise von >>school without walls<< (Schule ohne Mauern) und betont ebenso die Selbstständigkeit (Schaub & Zenke, 2004, S. 356). Piaget betont die aktive Auseinandersetzung mit einem Lerngegenstand. Auch das Entdeckendes Lernen nach Bruner stellt die Selbstständigkeit in den Vordergrund. Der Konstruktivismus geht davon aus, dass „Wissen nicht einfach übernommen“ wird. (Mandl, 2006, S. 28) „Sondern Lernende müssen selbst aktiv werden, um selbstgesteuert Wissen zu

konstruieren“ (Mandl, 2006, S. 28). Auf eine ausführlichere Darstellung der verschiedenen Lerntheorien wird an dieser Stelle verzichtet, da dies bereits im Kapitel „Lerntheorien“ stattgefunden hat.

Damit aber der Besuch bzw. das Einbinden eines außerschulischen Lernorts in den regulären Unterricht von Nutzen ist, müssen wichtige Punkte beachtet werden. Berck (1999) nennt hierzu nachfolgende Punkte:

- a. gründliche Vorbereitung im regulären Unterricht
 - b. die Lehrkraft muss gut vorbereitet sein
 - c. Fokussierung auf wenige Themen
 - d. Klare Arbeitsanweisungen für die Schüler
 - e. Der Lehrer sollte zuvor Kontakt zu den Ansprechpartnern vor Ort aufgebaut haben
 - f. Selbstständigkeit und Selbsttätigkeit genügend Raum geben
 - g. Verhaltensweisen zuvor genau besprechen und klären
 - h. Dokumentationsform (Protokoll, etc.) vorab festlegen
- (Berck, 1999, S. 162-163)

Der isolierte Besuch eines außerschulischen Lernorts zeigt keine nachhaltige Wirkung. Holzinger (2011) schreibt dazu:

„Der Effekt, mittelfristig und langfristig das Interesse an naturwissenschaftlichen Themen aufrecht zu erhalten, stellt sich (...) nur dann ein, wenn der Besuch für Schüler/innen wahrnehmbar und sinnvoll in das gesamtschulische Geschehen eingebettet ist bzw. mit den Inhalten des Curriculums effektiv verbunden ist“ (Holzinger, 2011, S. 70 in Bezug auf Guderian, 2007)

5.1 Definition des Begriffs „außerschulischer Lernort“

Der Grundgedanke, dass das Lernen auch vor Ort, also außerhalb des Schulgeländes durchzuführen ist, ist keine Revolution in der Pädagogik. Schaub & Zenke (2004) schreiben:

„Die Einbeziehung außerschulischer Lernorte und Lernstandorte bekommt heute im Zusammenhang mit der Öffnung von Schule und Unterricht eine zunehmend größere Bedeutung“ (Schaub & Zenke, 2004, S. 356-357).

Pohl (2008) bezieht sich in seiner Arbeit auf die Ausführungen von Schrand (1992) sowie Berck (1990) und Starosta (1990). Schrand (1992) schreibt zum außerschulischen Lernen:

„Die Erfassung der Zeichen und Spuren in der nahen und fernen Umwelt wird vor allem durch die eigene Wahrnehmungsbrille bestimmt. Diese gilt es bei der Erkundung vor Ort bewusst zu machen und die Zusammenhänge zu erörtern in denen die Spuren an sich und ihre subjektive Wahrnehmung entstanden sind. So kann der Unterricht zwischen subjektivem und gelenktem Sehen verdeutlicht werden. Ein offener vorurteilsfreier Blick sollte die Folge sein“ (Pohl, 2008, S. 5 in Bezug auf Schrand, 1992)

Berck (1990) und Starosta (1990) schreiben zum außerschulischen Lernen folgendes:

„Als Lernen außerhalb der Schule kann jede Lernsituation bezeichnet werden, die nicht im Schulgelände gegeben ist, die aber in Verbindung mit dem Unterricht steht und die durch unmittelbare Begegnung mit dem Objekt oder einem Phänomen zu Wahrnehmungen und Beobachtungen, zu Fragen und Antworten, zu Bewertungen und Handlungen führt“ (Pohl, 2008, S. 5 in Bezug auf Berck und Starosta, 1990).

Von Hopf (1993) wird der Begriff außerschulischer Lernort wie folgt definiert:

„Außerschulische Lernorte sind didaktisch-pädagogisch ergiebige Informations-, Erfahrungs- und Tätigkeitsorte, die außerhalb der Klassenräume ein aktives Erkunden und Lernen ermöglichen“ (Hopf, 1993, S. 186).

Von Fournés (2008) definiert außerschulischer Lernort wie folgt:

„Orte außerhalb des unmittelbaren Schulbereichs, die dem Grundsatz der originalen Begegnung Rechnung tragen und Lernprozesse bei Kindern anbahnen, weiterführen oder ergänzen“ (Fournés, 2008, S. 2).

Sauerborn und Brühne (2012) halten fest, dass eine exakte Begriffsbestimmung zum außerschulischen Lernen schwer zu beschreiben ist. Sie empfehlen eine „offene Bausteindefinition“. Mit der Bausteindefinition sollen die verpflichtenden Elemente sowie Kennzeichen eingegrenzt werden (Sauerborn & Brühne, 2012, S. 27).

Sauerborn und Brühne (2012) definieren außerschulisches Lernen wie folgt:

„Außerschulisches Lernen beschreibt die originale Begegnung im Unterricht außerhalb des Klassenzimmers. An außerschulischen Lernorten findet die unmittelbare Auseinandersetzung des Lernenden mit seiner räumlichen Umgebung statt. Die Möglichkeit einer aktiven (Mit-)Gestaltung sowie die Möglichkeit zur Primärerfahrung

von mehrperspektivischen Bildungsinhalten durch den Lernenden sind dabei zentrale Merkmale des außerschulischen Lernens“ (Sauerborn & Brühne, 2012, S. 27).

Im obigen Abschnitt wurden unterschiedliche Definitionen zum außerschulischen Lernen vorgestellt. Es zeigt sich, dass es sehr schwierig ist, den Begriff des außerschulischen Lernens zu definieren. Aus diesem Grund folgt diese Arbeit keiner festgelegten Definition. Der Autor orientiert sich an einer von ihm selbstständig aufgestellten Definition:

„An Orten außerhalb der Schule werden gezielt Lernprozesse in Gang gesetzt und dabei den Schülerinnen und Schülern Bildungsinhalte vermittelt. Hierbei wird gezielt darauf verzichtet, den Lernort schulisch zu gestalten. Vielmehr sollen die Schülerinnen und Schüler frei und selbstständig Erfahrung sammeln und ihr Wissen erweitern“ (Steuer, 2018).

5.2 Lernorte

1974 formulierte die Bildungskommission des Deutschen Bildungsrates die Begrifflichkeit „Lernort“ wie folgt:

„Unter Lernort ist eine im Rahmen des öffentlichen Bildungswesens anerkannte Einrichtung zu verstehen, die Lernangebote organisiert. Der Ausdruck 'Ort' besagt zunächst, daß das Lernen nicht nur zeitlich (...), sondern auch lokal gegliedert ist. Es handelt sich aber nicht allein um räumlich verschiedene, sondern in ihrer pädagogischen Funktion unterscheidbare Orte“ (Groß, 2007, S. 33 in Bezug auf den Deutschen Bildungsrat, 1974).

Damit wurde befürwortet, dass auch außerhalb der Schule Lernen stattfinden kann (Groß, 2007, S. 33). Betrachtet man die Definition genau, so lässt sich erkennen, dass der „(...) Bildungsrat (...) bereits 1974 von einer Pluralität der Lernorte (...)“ sprach (Bade, 2010, S. 18). Jedoch bedarf jeder Lernort ein unterschiedliches pädagogisches Konzept. Bade (2010) hat hierzu eine Übersicht herausgearbeitet und bezieht sich hierbei auf Overwien (1999) und Sandhaas (1995) (Bade, 2010, S. 18).

Lernorte			
Formelle Lernorte	Nonformale Lernorte	Informelle Lernorte	Inzidentelle Lernorte
<ul style="list-style-type: none"> - Anbindung an die Schule - nach Altersgruppen gestufte Klassen - feststehendes Curriculum - autorisierte Lehrende - Anwendung standardisierter pädagogischer Methoden - anerkannte Zertifikate 	<ul style="list-style-type: none"> - alles Lernen außerhalb der Schule, wobei sowohl die Informationsquelle als auch der Lernende mit dem Lernprozess eine Absicht verbinden 	<ul style="list-style-type: none"> - alles Lernen außerhalb der Schule, wobei die Informationsquelle oder der Lernende mit dem Lernprozess eine Absicht verbinden - das Lernen findet unregelmäßig im Lebenszusammenhang statt 	<ul style="list-style-type: none"> - alles Lernen außerhalb der Schule, wobei weder die Informationsquelle noch der Lernende mit dem Lernprozess eine Absicht verbinden - unbewusstes Gelegenheitslernen, Nebenprodukt einer anderen Tätigkeit
Schule, Kindergarten, Hochschule, ...	Volkshochschule, betriebliche berufliche Bildung, ...	Museen, Science Center, außerschulische Bildungseinrichtungen	Theater, kulturelle Veranstaltungen, ...

Abbildung 4: Lernorte, nach Bade (2010), in Bezug auf Overwien (1999) und Sandhaas (1995)

Die 1970er Jahre markieren eine Zeit des Umbruchs. Erstmals in der Geschichte der Bundesrepublik Deutschland bildet eine sozial - liberale Koalition unter Bundeskanzler Willy Brandt die Bundesregierung. Es „(...) herrschte bildungspolitische Aufbruchstimmung. (...) Der Unterricht wurde schüler- und handlungsorientierter, reformpädagogisch geprägte Lehr- und Lernformen gewonnen an Bedeutung“ (Edelstein & Veith 2017)³¹. Die Chancen und Möglichkeiten die das Lernen an außerschulischen Lernorten mitbringt, wurden in den 1970er Jahren in der Bundesrepublik Deutschland neu entdeckt. (Dühlmeier, 2008, S. 14)

Mitchell (1974) schreibt in seinem Artikel „Verschiedene Lernorte im Zusammenhang der Éducation Permanente“, dass „(...) Lernen [sich] in zahllosen Situationen ereignet (...)“ (Mitchell, 1974, S. 43). In Mitchells „hierarchischem Modell befindet sich die Schule neben

³¹ <https://www.bpb.de/gesellschaft/bildung/zukunft-bildung/229702/schulgeschichte-nach-1945?p=all>

dem Beruf, der Öffentlichkeit und dem sozialen Leben an der Spitze des Lernortkegels“ (Dühlmeier, 2008, S. 16). Der Bereich Schule teilt sich auf der zweiten Ebene „(...) in Lernorte, die sich auf die verschiedenen Schulstufen einschließlich des vorschulischen Bereichs beziehen“ (Dühlmeier, 2008, S. 16). Folgt man dem Bereich Schule, so befindet sich auf der unteren Ebene der tertiäre Bildungsbereich. Hierzu zählen z.B. die Universität oder die Erwachsenenbildung. (Dühlmeier, 2008, S. 16).

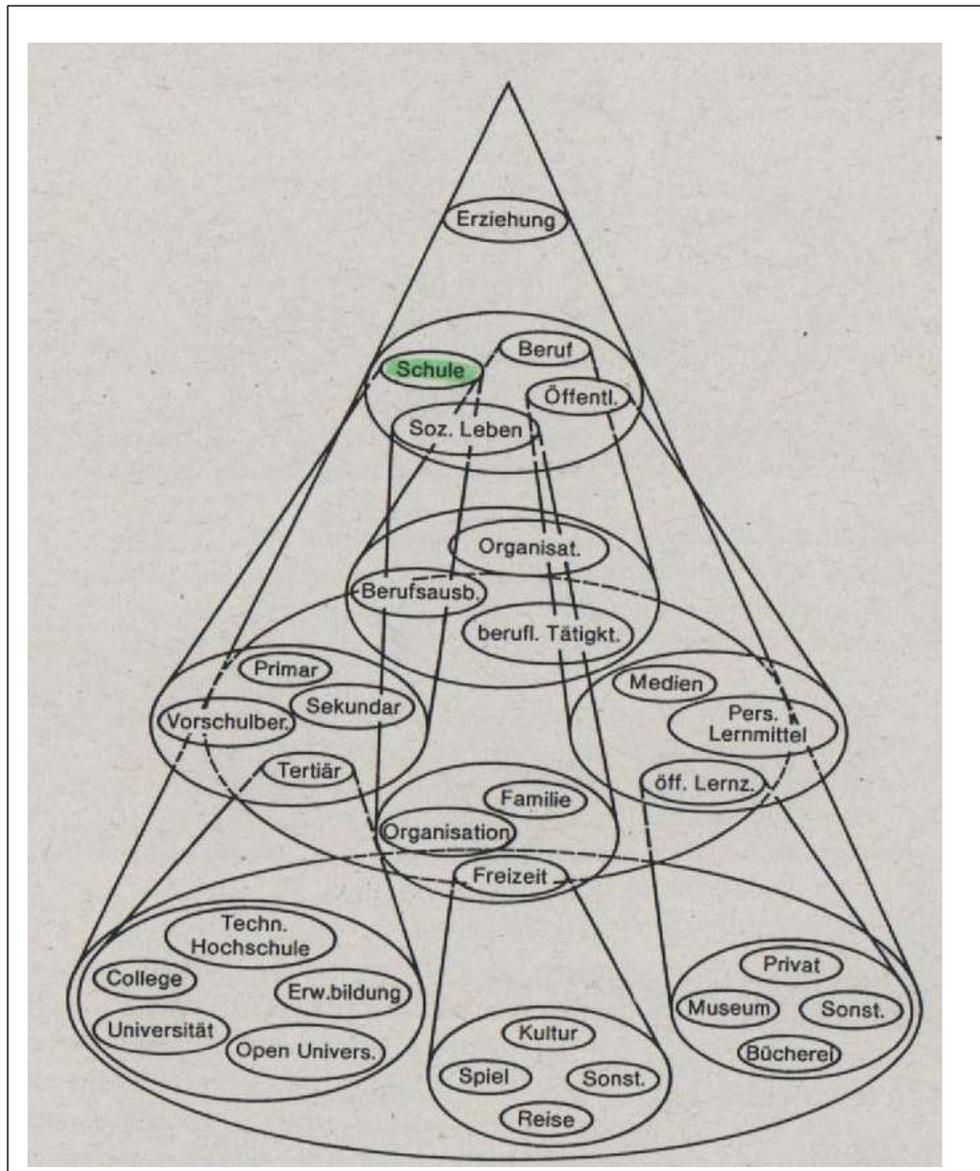


Abbildung 5: Hierarchie analytischer Ebenen von gesellschaftlichen Lernorten (aus: Keck und Sandfuchs, 1979, S. 21)

Diese Lernorttheorie wurde später von Sandfuchs (1979) und Keck (1979) „(...) in eine Theorie des Schullebens einbezogen, mit der die ‘Zusammenhanglosigkeit der Sozialisationseinwirkungen’ bei Kindern und Jugendlichen aufgehoben werden sollte. Keck hat diesen Ansatz 1993 zu einer Lebenswelttheorie ausgebaut“ (Dühlmeier, 2008, S. 16).

Dühlmeier (2008) bezieht sich auf Keck (1993) und schreibt dazu:

„Lebensweltorientierte Schularbeit hat das Bestreben, sich mit ihren Angeboten und Methoden an Fragen und Problemen und Interessen auszurichten, die für die Lernenden innerhalb ihrer Lebenswelt entstehen. Hierbei können die in der Lernorttheorie enthaltenden Bereiche pädagogisch fruchtbar gemacht werden. Die Schule wird so zu einem Lernort im Netzwerk von einer sie umgebenden Vielzahl von Lernorten“ (Dühlmeier, 2008, S. 16-17, zitiert nach Keck, 1993).

Im Rahmen dieses Netzwerkes lassen sich primäre und sekundäre Lernorte erkennen. Dühlmeier (2008, S. 17) bezieht sich bei seinen Ausführungen auf Münch (1985).

a. Primäre Lernorte

Diese Lernorte dienen primär dem Lernen. Dazu gehören nach Dühlmeier (2008) allgemeinbildende Schulen, Berufsschulen, Fachschulen, Hochschulen und Universitäten. In dem primären Lernort „Schule“ sind verschiedene Lernbereiche zu finden. Hierzu gehören beispielsweise das Schulgebäude an sich, Klassenräume, Fachräume, Schulflure, Schulhöfe aber auch Schulgärten (Dühlmeier, 2008, S. 17).

b. Sekundäre Lernorte

Als sekundäre Lernorte werden unterschiedliche Orte genannt, die erst durch die zielgerichtete Einbindung in das Unterrichtsgeschehen zum Lernort werden. D.h. jeder Ort kann grundsätzlich zu einem außerschulischen Lernort werden. Dühlmeier (2008) nennt hierzu die Post, die Baustelle, die Wiese oder den Handwerksbetrieb (Dühlmeier, 2008, S. 17).

c. Lernstandorte

„Zum Lernstandort wird ein Lernort dann, wenn dieser durch gezielte pädagogisch-didaktische Bemühungen adressatengerecht aufbereitet und für aktive Erkundungs- und Lernprozesse interessierter Gruppen von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen erschlossen wird und auf Dauer zur Verfügung steht“ (Dühlmeier, 2008, S. 17 in Bezug auf Salzmann, 1989).

Das Science Center „Phänomenta Flensburg“ ist Schwerpunkt dieser Arbeit. Stellt man eine Verbindung zwischen der Definition „Lernort“ von 1974 durch den Deutschen Bildungsrat und der Gegenwart her, so lässt sich folgendes festhalten:

„Die aktuellen Entwicklungen in der Science Center Szene greifen die vom Deutschen Bildungsrat (1974) eingeführte Definition von >>Lernorten<< als Anbieter von didaktisch auf das Schulsystem ausgerichteten Lernangeboten auf und erweitern sie um einen entscheidenden Aspekt: Kooperation zwischen Schulen und Lernorten beschränken sich dabei nicht auf das Bereitstellen von fertigen, an die Lehrpläne angepassten Lernangeboten, sondern sind als echte Partnerschaften zwischen Schulen und Science Center Einrichtungen gestaltet“ (Frantz-Pittner, Grabner, Bachmann, 2011, 15).

5.3 Außerschulische Lernorte – positive und negative Aspekte

Bereits bei Comenius oder Rousseau ist die Forderung nach der originalen Begegnung zu finden. Auch bei den Vertretern der Reformpädagogik des 20. Jahrhunderts stand die originale Begegnung im Zentrum ihrer Arbeiten und Überlegungen (Holzinger, 2011, S. 74) Bis in die Gegenwart hat die originale Begegnung ihren hohen Stellenwert und Potenzial nicht verloren. Holzinger (2011) schreibt dazu:

„Durch die Echtheit und Lebensnähe bekommt das Lernen für die Kinder subjektive Bedeutung, sie werden in ihrer Emotionalität und Körperlichkeit angesprochen und es werden ihnen vielfache Sinneserfahrungen ermöglicht“ (Holzinger, 2011, S. 74).

Die Lebenswelt der Kinder und Jugendlichen wird aufgebrochen und neue Erfahrungsmöglichkeiten erschließen sich ihnen. Mit der Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Phänomenen beginnen die Kinder selbst tätig zu werden. Dabei ergeben sich die Möglichkeiten der Einzel- oder Teamarbeit. Die Kinder und Jugendlichen „(...) erwerben dabei neben Sach-, Sozial- und Methodenkompetenz gleichzeitig auch spezifische naturwissenschaftliche Schlüsselkompetenzen (...)“ (Holzinger, 2011, S. 75).

Sauerborn und Brühne (2012) benennen den lebenspraktischen Bezug, den hohen Grad der Handlungsorientierung und die Selbstständigkeit des Schülers als Vorteile um außerschulische Lernorte aufzusuchen (Sauerborn & Brühne, 2012, S. 17). Ebenso führen sie an, dass „(...) das Lernen mit mehreren Wahrnehmungssinnen und Lernkanälen wird das Erlernte für den Schüler besser erfassbar und gegebenenfalls als langfristiges und alltagsnahes Wissen abgespeichert“ (Sauerborn & Brühne, 2012, S. 17). Außerschulische Lernorte bieten Schülern die Möglichkeit, eigene Verantwortung für ihren Lernprozess zu übernehmen. Sie müssen selbstständig

entscheiden, inwieweit sie sich mit verschiedenen Lerninhalten auseinandersetzen. Sie werden aus ihrer passiven Haltung herausgenommen und müssen selbst tätig werden.

Faulstich (2009) benennt zwei Vorteile. Erstens „(...) können sie die Schulmüdigkeit durchbrechen (...)“ und zweitens „(...) geben sie die Möglichkeit zum unmittelbaren Erleben frei“ (Faulstich, 2009, S. 26).

Das Aufsuchen von außerschulischen Lernorten lässt sich aus drei Perspektiven begründen. Zum einen lässt es sich pädagogisch begründen. In den vorherigen Ausführungen wurde bereits darauf näher eingegangen. Zum anderen lässt es sich bildungspolitisch begründen. Hierzu schreibt Holzinger (2011):

„Naturwissenschaften und Technik sind Teil unserer Kultur und stellen ein kreatives Potenzial dar, das es in einer demokratischen Gesellschaft zu nutzen gilt. Mittels naturwissenschaftlicher Grundbildung soll sowohl der naiven (Natur)Wissenschafts- und Technikgläubigkeit als auch der uninformierten und unreflektierten Ablehnung entgegengewirkt werden“ (Holzinger, 2011, S. 73 in Bezug auf Krainer & Benke, 2009)

Darüber hinaus kann das Aufsuchen von außerschulischen Lernorten lernpsychologisch bzw. lerntheoretisch begründet werden. Handeln und Wissen müssen miteinander in Verbindung stehen. Ist dies nicht der Fall entsteht „träges Wissen“. Forschungsergebnisse zeigen, dass „in der Schule erworbenes Faktenwissen oftmals nicht auf Anwendungssituationen übertragen werden kann“ (Holzinger, 2011, S. 75 in Bezug auf Mandl, Gruber & Renkl, 1993). Holzinger 2011 schreibt dazu:

„Ohne aktive Beteiligung des Lernenden, ohne Möglichkeit der Selbststeuerung und Selbstkontrolle des Lernprozesses, ohne Anbindung an vorhandene Wissens- und Erfahrungsstrukturen, ohne Verknüpfung des Wissens mit konkreten Lernsituationen und ohne Interaktion und Kommunikation in einer Gruppe kann Lernen nicht erfolgreich sein“ (Holzinger, 2011, S.75-76).

Außerschulische Lernorte weisen Grenzen auf, die nicht verschwiegen werden sollten. Sauerborn und Brühne (2012) verweisen auf den hohen Mehraufwand bei der Planung und Vorbereitung sowie auf die innerschulische Abstimmung und Genehmigung hin (Sauerborn & Brühne, 2012, S. 17). Sie führen an, dass es auch bezüglich „(...) der Leistungsbewertung – im Sinne einer Lernzielüberprüfung – (...) sich Probleme im Hinblick auf die Einhaltung klassischer kognitiv orientierter Kriterien zur Leistungsbewertung und -feststellung“ ergeben können (Sauerborn & Brühne, 2012, S. 17).

Von Dühlmeier (2008) wird ausgeführt, dass Befürchtungen bei Lehrkräften bezüglich ihrer fachlichen Kompetenz auftreten könnten, oder dass die Schüler sich nicht auf die wesentlichen Bestandteile des Lernortes konzentrieren. Ebenso besteht die Gefahr der Überforderung der Schüler, oder dass die angestrebte originale Begegnung nicht stattfindet (Dühlmeier, 2008, S. 30).

Sauerborn und Brühne (2012) haben beispielhafte Pro- und Kontra-Argumente zusammengetragen und veranschaulicht. Die nachfolgende Tabelle stellt die verschiedenen Argumente dar (Sauerborn & Brühne, 2012, S. 83).

Pro-Argumente	Kontra-Argumente
handlungsorientierter Umgang mit mehrperspektivischen Bildungsinhalten	logistischer und organisatorischer Mehraufwand
freies und selbst gesteuertes Lernen	erschwerte Leistungsbewertung
Alltags- und Lebensweltorientierung	generelle Gefahren (zum Beispiel Verletzungen, Regelverstöße)
neue Inhalte, Medien und Methoden werden erschlossen	veränderte Lernzielkontrolle
Freiräume der Schüler	Missbrauch der Freiräume
Erfahrung von komplexen Zusammenhängen, erfahrbare Ausschnitte der Realität	Skepsis bei Eltern und Kollegium
Eigenverantwortliches Handeln	gegebenenfalls Lehrplanvorgabe
mehrdimensionale Sinneswahrnehmung	gegebenenfalls erhöhter finanzieller Aufwand
gesellschaftliche und kulturelle Teilhabe	Disziplin und Klassengröße
das Bild der Schule in der Öffentlichkeit wird verbessert	die Öffentlichkeit wertet außerschulisches Lernen als reine Spaßveranstaltung

(Sauerborn & Brühne, 2012, S. 83)

Abbildung 6: Pro und Contra außerschulischer Lernorte

6.1 Definition des Begriffs „Science Center“

Science Center kann frei als Wissenschafts-Zentrum übersetzt werden. Mit dieser Übersetzung wird man aber den Science Centern nicht gerecht. Der Ausstatter des Wolfsburger Science Center „Phaeno“, Joe Ansel, ist der Meinung, dass der Begriff des Science Centers sich schlecht übersetzen lässt. „Wissenschaftszentrum klinge nach Universität, die sprachliche Alternative Wissenschaftsmuseum nach Vitrinen“ (Schlüter, 2005, S. 1). In den nachfolgenden Ausführungen wird exemplarisch verschiedenen Definitionen und Erklärungsansätzen nachgegangen.

Rheinhardt (2007) führt an, dass:

„Science Center [...] der Definition nach naturwissenschaftlich orientierte Experimentierfelder [sind], die einen Einblick in die Grundlagen der Naturwissenschaft verschaffen. [...] Oberster Grundsatz ist das direkte Miteinbeziehen der Besucher“ (Rheinhardt, 2007, S. 166).

Schaper-Rinkel u.a. (2002) schreiben:

„Unter dem Begriff des Science Centers finden sich Institutionen wieder, die naturwissenschaftliche Phänomene in experimenteller Weise präsentieren, und über Hands-on-Exponate dazu anregen, aktiv zu experimentieren“ (Schaper-Rinkel u.a., 2002, S. 1).

Von Gramelsberger (2006) werden Science Center wie folgt beschrieben:

„Science Center sind informale Bildungsorte, die begleitend zum Schulunterricht, vor allem Jugendlichen die Möglichkeit geben, wissenschaftliche Phänomene zu erforschen. Dabei steht unter dem Motto „hands-on“ das Ausprobieren, Experimentieren und Erleben im Mittelpunkt“ (Gramelsberger, 2006, S. 1).

Bei dieser Definition merkt Bade (2010) an, „dass in Science –Centern nicht informal, wie es im Zitat fälschlicherweise genannt wurde, sondern, (...), informell gelernt wird“ (Bade, 2010, S. 23)

Neben den oben genannten Definitionen schreibt Weitze (2002), dass eine bündige anwendbare Begriffsbestimmung aufgrund der großen Anzahl von Science Centern und ihren verschiedenen Ausprägungen (z.B. Ziele, Zielgruppen oder Organisationsformen) schwer zu erhalten ist (Weitze, 2002, S. 34).

Trotz der unterschiedlichen Beschreibungen lassen sich grundlegende Gemeinsamkeiten feststellen. Weitze (2002) führt dazu aus, dass es sich erstens um informale Lernorte handelt. An diesen Orten kann man „auf spielerische Weise etwas über Naturwissenschaft und Technik erfahren“ (Weitze, 2002, S. 34). Zweitens ist der zentrale Kern das Phänomen und nicht das Objekt oder Prozesse wie sie in Museen zu finden sind. Schaper-Rinkel u.a. (2002) schreiben, dass „im Erlebnischarakter (...), mit dem Wissenschaft und Technik dargeboten werden“ die Ähnlichkeit der Science Center besteht (Schaper-Rinkel u.a., 2002, S. 1). Auch Bade (2010) spricht davon, dass gemeinschaftliche Strukturen festzustellen sind. Sie nennt dazu 12 Kennzeichen von Science Centern, die nachfolgend dargestellt werden:

1. Informeller Lernort (Methode des selbstgesteuerten Lernens)
2. Besucher als Handelnder (Schulklassen, Freizeitbesucher)
3. Experimentierfelder (unmittelbare Erfahrung, selbstständiges Forschen)
4. Hand-on-Experimente
5. Kollektion von Ideen (Fokus auf Gegenwart und Zukunft)
6. Besucher unterhalten
7. Förderung der öffentlichen naturwissenschaftlichen- und technischen Bildung
8. Interesse an Wissenschaft und Technik fördern
9. Public Understanding of Science (PUS) Science in Society (SIS)
10. Wissenschaft und Technik in ihrer Anwendung
11. Wissenschaft und Technik, so dargestellt, wie sie die Menschen und ihre Umwelt beeinflussen
12. Für alle Altersgruppen, ermöglicht lebenslanges Lernen
(Bade, 2010, S. 26)

Im obigen Abschnitt wurde dargestellt, wie schwierig es ist, eine einheitliche Definition zum Begriff „Science Center“ zu erhalten. Dennoch können einige grundlegende Gemeinsamkeiten festgehalten werden. Nachfolgend wird darauf eingegangen, inwieweit Museen und Science Center sowie Freizeitparks voneinander abzugrenzen sind und wie sich die Entwicklung der Science Center vollzogen hat.

6.2 Science Center im Spannungsfeld von klassischen Museen und Freizeitpark

Es kann festgehalten werden, dass „Science Center [...] keine naturwissenschaftlichen Museen wie etwa das Deutsche Museum“ sind (Schlichting, 2009, S. 15). Zwischen beiden Gruppen gibt es immer noch Meinungsverschiedenheiten dahingehend, ob Science Center eine Auflösung des Museumskonzepts anzeigen oder eine Evolution der Technikmuseen sind (Schaper-Rinkel u.a., 2002, S. 10). In Museen bleibt der Besucher in einer passiven Position. Science Center lösen diesen Grundsatz auf. Nachfolgend wird zunächst der Begriff „Museum“ und dessen Bedeutung vorgestellt. Anschließend werden Museen, Science Center und Freizeitparks voneinander abgegrenzt.

Im Lexikon (Bertelsmann, 2003) wird das Museum als eine „öffentliche Sammlung von Zeugnissen der menschl. Kulturentwicklung u. das Gebäude, das eine derartige enthält“ beschrieben (Bertelsmann, 2003, S. 528). Es lassen sich drei Hauptgruppen unterscheiden. Erstens sind das Kunstmuseen, zweitens kulturhistorische Museen und drittens Völkerkundemuseen. Die Bildung der Öffentlichkeit mittels Ausstellungen ist dabei das Ziel von klassischen Museen (Bertelsmann Lexikon, 2003, S. 529). Das International Council of Museum definiert Museen als „Einrichtungen mit der Aufgabe kulturell wertvolle Objekte zu bewahren, zu erforschen und für die Öffentlichkeit auszustellen“ (Geyer, 2008, S. 55 in Bezug auf Hudson, 1977). Museen werden vom Deutschen Museumsbund als „Sammlung kulturbeziehungsweise naturhistorischer Objekte, die der Öffentlichkeit zugänglich, gemeinnützig und nicht-kommerziell sind“ definiert (Geyer, 2008, S. 55). Es zeigt sich, dass die traditionellen Kernaufgaben eines Museums im bewahren, sammeln, erforschen und ausstellen liegen (in Anlehnung an Geyer, 2008, S. 56). 1974 definiert Kramer (im Rahmen der Jahrestagung des Deutschen Museumsbundes) das Museum wie folgt:

„Das Museum kann als Spiel- und Vergnügungsstätte oder als kompensatorische (...) Freizeitinstitution verstanden werden. Es kann sich aber auch als Instrument gesellschaftlicher Erkenntnis-, Diskussions- und Entwicklungsprozesse verstehen und beim Publikum entsprechende Gebrauchswertansprüche entwickeln und befriedigen helfen“ (Geyer, 2008, S. 56 in Bezug auf Kramer, 1974).

Die Definition von Kramer wendet sich den Science Centern zu, welche sich seit den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts etablierten (Geyer, 2008, S. 56). Es muss festgehalten werden, dass zu Beginn der Entstehung der Science Center zwischen den Museen der klassischen Art und

den Science Centern eine klare Abgrenzung vorlag. In unserer Zeit sind Zusammenarbeiten aber auch Wettbewerb festzuhalten (Schaper-Rinkel u.a., 2002, S. 3).

Science Center haben nicht das Bestreben historische Güter und Gegenstände zu erhalten. Sie wenden sich dem „Neuen“ entgegen. Die Selbstständigkeit, „das Interesse zum eigenen Forschen“ soll geweckt werden. Zudem soll „der Mangel an naturwissenschaftlichen entdeckendem Lernen ausgeglichen werden“ (Konhäuser, 2004, S.39).

Neben der Abgrenzung zwischen Museen und Science Centern lassen sich Science Center auch von Freizeitparks abgrenzen. In einem klassischen Museum nimmt der Besucher eine passive Haltung ein, übernimmt gewissermaßen fremdes Gedankengut und bleibt auf Distanz. Freizeitparks haben genau das Gegenteil als Ziel. Sie fördern die Distanzlosigkeit. (Fiesser, 2001, S. 5)

Fiesser (2001) spricht davon, dass der „Besucher in eine Pseudo-Aktivität geschleudert“ wird. Nicht der Besucher wird selbstständig tätig, „sondern es geschieht alles um ihn herum“. Science Center lassen sich zwischen den klassischen Museen und den Freizeitparks einordnen. Fiesser (2001) schreibt dazu, dass ein Science Center „ein Feld des unmittelbaren Erlebens von Realität sein [sollte], eine Schule der Sinne“ (Fiesser, 2001, S. 5).

Im nachfolgenden Abschnitt wird auf den Ursprung und weitere Entwicklung der Science Center eingegangen.

6.3 Ursprung und Weiterentwicklung von Science Centern

Die Entwicklung von Museen bis zu den heutigen Science Centern lässt sich in drei Abschnitte einteilen, die als Generationen beschrieben werden.

Zu den Museen der ersten Generation zählen beispielsweise das Conservatoire des arts et métiers in Paris oder das Science Museum in London. In Deutschland ist es die Urania in Berlin (Reinhardt, 2007, S. 171). In der Urania waren drei Sternwarten, ein wissenschaftliches Museum und ein wissenschaftliches Theater untergebracht (Brüning, 2010, S. 28). Zunächst bildete ein großes Teleskop, welches von 20 Personen zusammen genutzt werden konnte, das Zentrum des Angebots. Es zeigte sich jedoch, dass eine Mehrheit der Gäste damit überfordert war. Sie „besuchten stattdessen eher das ‘Wissenschaftliche Theater’, in dem spektakuläre Demonstrationen und populärwissenschaftliche Vorträge angeboten wurden“ (Reinhardt, 2007, S. 173).

Für die zweite Generation von Museen bildet das Deutsche Museum in München ein „Paradebeispiel“. Gegründet wurde das Deutsche Museum von Oskar von Miller. Millers „grundlegende Überlegung [...] war [es], die stürmischen Fortschritte der Naturwissenschaften von 1870 bis 1914 [zu] dokumentieren“ [...]“ (Rheinhardt, 2007, S. 174). In den Museen der zweiten Generation wurden zum einen historische Originalexponate und zum anderen Funktionsmodelle, sog. Knopfdruckexperimente, ausgestellt. (Geyer, 2008, S. 58).

Geyer (2008) führt aus, dass Science Center „als Museen der dritten Generation bezeichnet werden“ (Geyer, 2008, S. 59). Den Ursprung aller Science Center bildet das 1969 eröffnete Exploratorium in San Francisco, das von Frank Oppenheimer gegründet wurde. Es gilt bis heute als „Referenzobjekt für die neueren Science Center“ (Schaper-Rinkel u.a., 2002, S. 2). Oppenheimer besaß die Idee der weit gefächerten Öffentlichkeit Wissenschaft und Technik näher zu bringen. Grundlegende Absicht dieser Idee war die „interaktive Teilnahme der Besucher“. Der Besucher soll zur selbstständigen Tätigkeit animiert werden (Fiesser, 2001, S. 4). In den USA und Europa wuchs in den 70er und 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts die Anzahl derartiger Institutionen immer weiter an. In Deutschland verlief diese Entwicklung viel langsamer.

Schaper-Rinkel u.a. (2002) führen aus, dass sich in Deutschland, aber auch in anderen Ländern, drei Gruppen von Science Centern unterscheiden lassen. Nachfolgend werden diese drei Gruppen näher beschrieben.

1. Zur ersten Gruppe gehören die Science Center, welche auf der Grundlage des Exploratoriums arbeiten und sich an ihm orientieren „und physikalische Experimente pur anbieten“ (Schaper-Rinkel u.a., 2002, S. iv).
2. Zu der zweiten Gruppe zählen Einrichtungen, bei denen „Science-Center-Elemente und -konzepte in bestehende technik- und wissenschaftsorientierte Museen integriert“ werden. (Schaper-Rinkel u.a., 2002, S. iv).
3. Innerhalb der dritten Gruppe werden „Science-Center-Elemente und erlebnisdramaturgische Inszenierungen von Wissenschaft und Technik“ miteinander verbunden. Das Bremer Universum ist hier als Beispiel anzuführen (Schaper-Rinkel u.a., 2002, S. iv).

Seit den internationalen Anfängen mit dem Exploratorium und den nationalen Anfängen in Deutschland mit der Phänomenta Flensburg und dem Spectrum in Berlin ist es zu einer weitreichenden Entwicklung der Science Center gekommen.

In der Literatur wird z.T. in widersprüchlicher Weise ausgeführt, dass das Spectrum in Berlin als erstes deutsches Science Center gilt, andere schreiben, dass die Phänomenta in Flensburg als erstes deutsches Science Centrum anzusehen ist. Bade (2010) beispielsweise benennt die Phänomenta Flensburg als erstes deutsches Science Centrum (Bade, 2010, S. 24). Hingegen benennt Geyer (2008) das Spectrum in Berlin als das erste deutsche Science Center und bezieht sich damit auf Schaper-Rinkel u.a. (Geyer, 2008, S. 59 in Bezug auf Schaper-Rinkel, 2002). Auch andere Quellen, wie z.B. die ARD³², bezeichnen das Spectrum in Berlin als das erste Science Center. Ebenso bezeichnet die Berliner Zeitung, in einem Interview mit Otto Lührs, das Spectrum als erstes deutsches Science Center (Berg, 2007)³³. An dieser Stelle findet keine weitere zeitliche Ausdifferenzierung zwischen den beiden Einrichtungen statt, da das Zentrum der vorliegenden Arbeit nicht die Analyse der chronologischen Eröffnung der einzelnen Science Center ist. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das Spectrum in Berlin als auch die Phänomenta in Flensburg in einem engen Zeitfenster erstmals der breiten Öffentlichkeit in unterschiedlicher Form zu Verfügung gestellt wurden.

Den Kern der nachfolgenden Arbeit bildet die Phänomenta Flensburg. Aus diesem Grund wird im folgenden Abschnitt näher auf die Entwicklung der Phänomenta und deren pädagogisches Konzept eingegangen.

6.3.1 Entwicklung der Phänomenta Flensburg

Ab 1984 begann Professor Lutz Fiesser aus dem Institut für Physik und ihre Didaktik der damaligen Pädagogischen Hochschule in Flensburg (heute Europa Universität Flensburg) damit, interaktive Stationen innerhalb und außerhalb des Gebäudes aufzubauen. Mit dem Namen „Phänomenta“ entwickelte sich ein „Experimentierfeld“, welches anfangs als Muster „für ähnliche Aufbauten in allgemeinbildenden Schulen gedacht war“ (Fiesser, 2000, S. 31). Die weitere Entwicklung verlief äußerst positiv. Zunächst konnten Erkenntnisse mit Sonderschulklassen gesammelt werden. Darüber hinaus erfolgten zeitweilig gesonderte Ausstellungen an anderen Schulformen, in Universitäten oder auf Messen (Fiesser, 2000, S. 31). Fiesser (2000) schreibt, dass 1988 „eine kritische Situation entstand“ (Fiesser, 2000, S. 32). Der Grund hierfür war die steigende Anzahl von Besuchern, welche zunehmend den

³² http://web.ard.de/galerie/content/nothumbs/default/842/html/1125_8009.html (28.6.2012)

³³ <https://archiv.berliner-zeitung.de/archiv/heute-vor-25-Jahren-eroeffnete-otto-luehrs-das-erste-deutsche-science-cenetr--das-heutige-spectrum--andere-staedte-haben-sich-ein-beispiel-genommen---und-berlin-ueberholt--dann-schickte-mich-der-senat-nach-san-fransisco-,10810590,10525308.html>

laufenden Hochschulbetrieb störten. Daraufhin wurde die Phänomenta in einem alten Kaufmannshof in der Nähe des Nordertors neu angesiedelt. 1994 wurde das Haupthaus eröffnet. 1995 wurde der Gesamtkomplex eröffnet (Fiesser, 2000, S. 32).

Die Phänomenta verfolgt drei Ziele, die in ihrer Satzung festgeschrieben sind (Rheinhardt, 2007, S. 177-178). Nachfolgend werden die Ziele dargestellt:

1. „Die Entwicklung von Stationen, die Menschen durch sinnliche Wahrnehmung grundlegende Erfahrungen ermöglichen und damit eine Basis für Rationalität und Kreativität bilden.
2. Qualifizierung von Menschen durch Förderung von Kooperationsfähigkeit, Einsatzbereitschaft und sozialer Kompetenz.
3. Bereitstellung von Bildungsangeboten, die Forschungsdrang, Wissen um zukunftsweisende Technologien und problemlösendes Verhalten fördern“ (Phänomenta Satzung, 1990, S. 1).

6.3.2 Grundlegendes Konzept der Phänomenta Flensburg

Die Phänomenta Flensburg zählt zu den klassischen Science Centern. Im Fokus der Phänomenta steht das Experiment. Von zentraler Bedeutung ist das Exploratorium in San Francisco, wie bereits oben beschrieben wurde. Hugo Kükelhaus war ein bedeutsamer Pionier für die neue Museumskonzeption der Science Center (Geyer, 2008, S. 59). Auf Kükelhaus ist der „genetische Ansatz“ zurückzuführen, in dem er „von der Notwendigkeit einer nachgeburtlichen Entwicklung der Sinne“ ausgeht (Fiesser, 2001, S. 2). Ist der direkte Lebensbereich mit immer wenigen Reizen ausgestattet, d.h. „wenn das Kind nicht zu Tast-, Riech-, Seh-, Schmeck- und Hörerlebnissen angeleitet wird, verkümmert es“ (Fiesser, 2001, S. 2).

„Das Kind kann sich seine Welt nur durch unmittelbare, sinnliche Auseinandersetzung aneignen. Die wichtigste Form dafür ist das Spiel und ein ihm entsprechendes beiläufig funktionales Lernen, im Unterschied zu einem rationalen oder kognitiven Lernen“ (Fiesser, 2001, 2).

Unsere heutige Welt kommt dem hier beschriebenen Lernen nicht entgegen. Sie ist gekennzeichnet durch „Gleichförmigkeit“ (Fiesser, 2001, S. 2). Nach Kükelhaus sollen

Erfahrungsfelder die Entwicklung der Sinne unterstützen. Auf der Weltausstellung von 1967 verwirklichte er diese Gedanken zum ersten Mal. Kükelhaus installierte im deutschen Gebäudeteil „Stationen mit naturkundlichen Geräten“ (Fiesser, 2001, S. 2). Acht Jahre später wurde in München von Kükelhaus ein Erfahrungsfeld gestaltet. Es trug den Namen EXEMPLA. Seine Entwürfe oder Empfehlungen wurden mehrfach bei der Entwicklung heutiger Science Center aufgenommen, „sein Name aber weitgehend verschwiegen“ (Fiesser, 2001, S. 3).

Bei der Phänomenta liegt ein „puristisches Konzept“ zugrunde (Schaper-Rinkel u.a., 2002, S. 7). D.h. es handelt sich um ein klar strukturiertes Konzept ohne optische Ablenkung, die das Experimentieren beeinträchtigen könnten. Auf schriftliche Erläuterungen wird so weit wie möglich verzichtet. Im Mittelpunkt steht die direkte Eindeutigkeit und Klarheit der Experimente. Schaper-Rinkel u.a. (2002) bezeichnen dies als „Selbstevidenz der Experimente“ (Schaper-Rinkel, 2002, S. 7).

Es muss dennoch festgehalten werden, dass mittels des Experimentierens in der Phänomenta „kein dem schulischen Lernen vergleichbares Wissen“ erzeugt wird. Es werden keine fachlichen Begrifflichkeiten oder formale Bildungsinhalte gelernt (Junge, 1996, S. 21-22). Das Lernen in der Phänomenta ist selbstgesteuert. Die gewonnenen Erfahrungen „sind natürlich nicht fachsystematisch gegliedert“. Dem anschließenden schulischen Lernen muss das Einarbeiten „in eine Fachsystematik [...] vorbehalten sein“ (Junge, 1996, S. 22).

6.4 Science Center – informelle Lernorte

Lange Zeit galt die Schule als einzige Instanz der Wissensvermittlung. Zurückblickend ist festzustellen, dass es immer wieder unterschiedliche Überzeugungen gab und gibt, welche Methode zur Wissensvermittlung zu verwenden sei. Eklatante Unterschiede sind hierbei festzustellen. Beispielhaft sind hier die Befürworter des Frontalunterrichts und strikten Befürworter reformpädagogischer Vermittlungswege zu nennen. Abgesehen von der Diskussion um die „richtige“ Methode hat sich die Bildungslandschaft gewandelt und ist vielfältiger geworden. Freericks (2015) schreibt hierzu:

„In den letzten Jahren ist Bewegung in die Bildungslandschaft gekommen. Das informelle Lernen in der Freizeit, das Lernen außerhalb tradierter Bildungsinstitutionen wie Schule und Weiterbildungseinrichtungen hat einen zunehmend hohen Stellenwert gewonnen“ (Freericks, 2015, S. 671).

Science Center zählen zu diesen Bildungsinstitutionen außerhalb der Schule. Looß (2004) schreibt dazu, dass das „Lernen in Science Centern (...) oft als informelles Lernen in offenen

Lernsituationen bezeichnet“ wird (Looß, 2004, S. 15). In Bezug auf das informelle Lernen wird in der englischsprachigen Literatur zwischen drei Begriffen unterschieden. Ersten „formal learning“, zweitens „non-formal learning“ und drittens „informal learning“. Gerade im Hinblick auf das „informal learning“ gibt es verschiedene Definitionen, die sich nur teilweise unterscheiden (BMBF, 2001, S. 18). Bade (2010) verwendet beispielsweise in ihrer Arbeit zum „[Informellem] Lernen im mehrsprachigen Science-Center Le Vaisseau“ folgende Definition:

„Informelles Lernen ist eine Form des lebenslangen und selbstgesteuerten Lernens, welches außerhalb formaler Bildungseinrichtung stattfindet. Es wird durch die Gruppe der Lernenden selbst bestimmt und es findet ein Wissenserwerb statt, der auch zu einem späteren Zeitpunkt noch Bestand haben sollte. Informelles Lernen ist immer im Zusammenhang mit anderen Lernprozessen zu sehen, um ein lebenslanges Lernen und einen Wissenstransfer aus den einzelnen Kontexten für den Lernenden zu ermöglichen“ (Bade, 2010, S. 22).

Bade (2010, S. 21) hat die Merkmale des informellen Lernens wie folgt zusammengetragen:

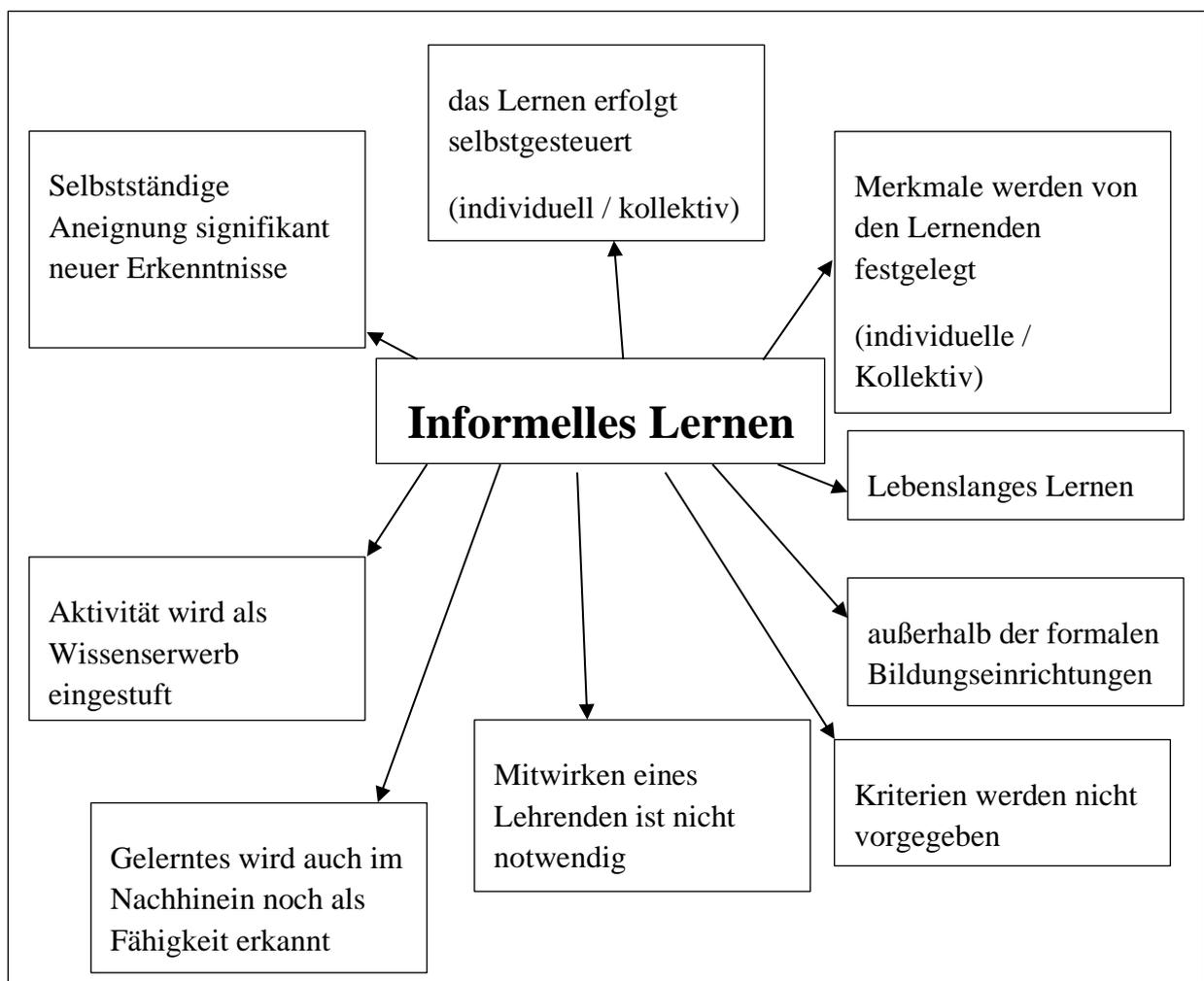


Abbildung 7: Merkmale - informelles Lernen, nach Bade (2010)

„Non-formal learning ist dagegen die Sammelbezeichnung für alle Formen des Lernens, die in der gesamten Umwelt außerhalb des formalisierten Bildungswesens stattfinden“ (BMBF, 2001, S. 18).

Das „formal learning“ lässt sich wie folgt definieren: „(...) im allgemeinen [wird] das planmäßig organisierte, gesellschaftlich anerkannte Lernen im Rahmen eines von der übrigen Umwelt abgegrenzten öffentlichen Bildungssystems als „formal learning“ bezeichnet“ (BMBF, 2001, S. 18).

Im Gegensatz zur passiven Beobachtung im Museum, regt ein Science Center zum selbst machen an. Mittels interaktiver Stationen wird der Besucher aktiv. Trotz dieses hohen Maßes an Aktivität ist das Science Center kein Freizeit- oder Funpark. Groß (2007) hat verschiedene Lernorte „im Spannungsfeld zwischen Lernen, Erlebnis und Konsum“ eingeordnet (Groß, 2007, S. 34).

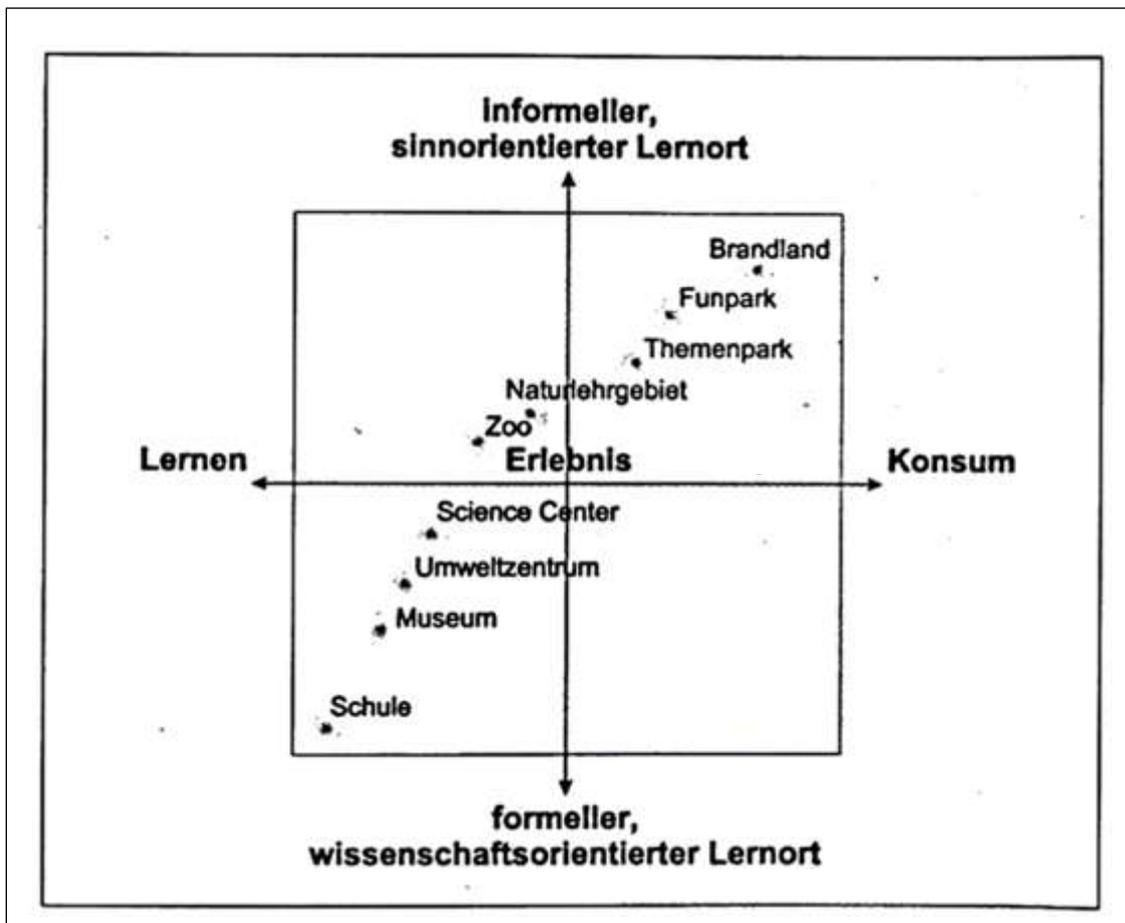


Abbildung 8: Lernorte im Spannungsfeld: Lernen, Erlebnis, Konsum (Groß, 2007, S. 34)

Die Übersicht verdeutlicht, dass das Science Center zum einen deutlich von der Schule als formeller Lernort und zum anderen deutlich vom Funpark abgegrenzt ist.

6.5 Interaktive Exponate in Science Centern

Mittels unterschiedlichster Medien präsentieren Science Center (und Museen) ihre Informationen den Besuchern. Die Spannweite reicht von „realen Objekten, interaktiven Installationen, Hands-On, Bildern, Video/Film bis hin zu Texten“ (Lewalter & Geyer, 2009 S. 31).

Im Mittelpunkt der Science Center stehen die interaktiven Exponate. Sie sollen den Besucher zum selbstständigen Handeln und Denken auffordern. Lewalter und Geyer (2009) schreiben diesbezüglich:

„Insbesondere interaktive Exponate, die eine individuelle selbstgesteuerte Auseinandersetzung mit den Inhalten erfordern, bieten den Lernenden die Möglichkeit, durch eigenständiges Ausprobieren und Experimentieren Phänomene selbst aktiv zu begreifen“ (Lewalter & Geyer, 2009, S. 31).

Bezüglich der Interaktivität schreiben Fiesser & Kiupel (1999), dass es „heute in aller Munde sei“ (Fiesser & Kiupel, 1999, S. 1). Das reine Betrachten ist nicht mehr das Ziel der Ausstellungsanbieter. Ausstellungsbesucher sollen heute „unmittelbar handeln (...), entweder in der gesamten Ausstellung oder an einzelnen Exponaten“ (Fiesser & Kiupel, 1999, S. 1). Die hierzu verwendete Devise ist „Hands on“ oder „Interaktivität“ (Fiesser & Kiupel, 1999, S. 1). Auch wenn Interaktivität „heute in aller Munde“ (Fiesser & Kiupel, 1999, S. 1) ist, stellt sich jedoch die Frage, wie der Begriff „Interaktion / Interaktivität“ zu definieren ist.

„Inter“ bedeutet „zwischen“ und „actio“ bezeichnet die „Ausführung“ bzw. „Handlung“. (Schaub & Zenke, 2004, S. 277) Von Schaub und Zenke (2004) wird Interaktion als „(...) [wechselseitiges] beeinflusstes Denken, Fühlen und Handeln zwischen mindestens zwei Personen“ beschrieben (Schaub & Zenke, 2004, S. 278). Bei interaktiven Experimentierstationen kommt es demnach zu einer wechselseitigen Handlung zwischen einer Experimentierstation und einer Person, die sich aktiv mit dieser Station auseinandersetzt. Die Gestaltung dieser interaktiven Experimentierstationen kann unterschiedlich sein. Sie reicht von einer eher puristischen Darstellung in der Phänomente, bis hin zu aufwendig gestalteten Aufbauten, wie in anderen Science Centern.

Interaktivität ist nach Höflich (2006) „eine besondere Eigenschaft neuer Medien“. Herausragendes Beispiel für ein ‚interaktives Medium‘ ist der Computer in seiner Anbindung

an das Internet“ (Höflich, 2006, S. 105). Der Computer als Arbeits- bzw. Unterhaltungsmedium hat seit den 1980er Jahren enorm an Bedeutung gewonnen. Zur Unterhaltung, d.h. als Freizeitbeschäftigung, gibt es eine Vielzahl von interaktiven Computerspielen. Der Bewegungsspielraum bei der Beschäftigung mit dem Computer im Freizeitbereich ist minimal und findet im Sitzen statt. Es müssen Tastatur, Touchpad o.ä. bedient werden. Die Interaktivität besteht also nur darin, dass die Figuren o.ä. im Spiel über die Eingabemedien bewegt werden müssen. Der Einsatz des Computers in der Schule nimmt zu. Flächendeckend ist der Einsatz, bzw. die technische Ausstattung jedoch noch nicht gegeben. Unbestreitbar ist, dass der Computer bzw. die damit verbundenen interaktiven Lernmaterialien an Bedeutung gewinnen. Auch in Science Centern, auch wenn sie sich stark am Exploratorium in San Francisco orientierten, sind computergestützte Exponate zunehmend vertreten.

Der Begriff „interaktive Exponate“ oder „interaktive Stationen“ „hands-on Experimente / Exponate“ oder Mitmach-Objekte werden in unterschiedlicher Weise in der Literatur verwendet. Teilweise erfolgt eine klare Unterscheidung zwischen hands-on Exponaten und interaktiven Exponaten. Andererseits werden die Bezeichnungen kombiniert oder synonym verwendet. Auch Hamm (2015) verweist auf diesen Umstand (Hamm, 2015, S. 94-95).

Als zentraler Kern von Science Centern gelten Hands-on-Exponate, d.h. Experimente die zur selbstständigen Handlung und zum Anfassen auffordern (Weitze, 2002, S. 35). Jedoch bedarf es einer klareren Bezeichnung bzw. Differenzierung. Weitze (2002) schreibt dazu, dass „viele Exponate, gerade wo es um Wahrnehmung geht, auch 'Hands off' [funktionieren]“ (Weitze, 2002, S. 35). Ein „gedankenloses Ausführen der Experimente“ widerspricht aber auch dem Grundgedanken von Science Centern (Weitze, 2002, S. 35).

Reinhardt (2005) schreibt dazu wie folgt:

„Oberster Grundsatz ist das direkte Miteinbeziehen der Besucher durch diverse 'hands-on'- Experimentierstationen. 'Hands-on' bezeichnet in diesem Zusammenhang die Aufforderung an die Gäste, selbst Versuche an den Exponaten durchzuführen“ (Reinhardt, 2005, S. 9).

Die „Knopfdruckexperimente“ wie man sie häufig in Museen finden kann, sind in Science Centern weiterentwickelt wurden (Stüve, 2003, S. 23). Stüve (2003) spricht in ihrem Beitrag von Hands-On-Experimenten und schreibt, dass an ihnen „tatsächlich“ experimentiert werden

kann und das die Besucher „mit verschiedenen Parametern (...) [hantieren] können“ (Stüve, 2003, S.23). Sie verweist auf das Vorhandensein bzw. das Fehlen von Erklärungen und Anleitungen, jedoch führt Stüve (2003) aus, dass die Besucher „vollständig auf ihre eigene Experimentierfreudigkeit und Logik angewiesen“ sind (Stüve, 2003, S. 23).

Um von den Besuchern eines Science Center genutzt zu werden, besitzen interaktive Exponate einen „hohen Aufforderungscharakter“ (Englert & Kiupel, 2012, S. 142). Ein gewisses Maß an selbstständiger Aktivität ist notwendig, um das einzutretende Ergebnis zu erhalten. D.h. ein „Knopfdruck reicht dazu nicht aus“ (Englert & Kiupel, 2012, S. 142). Eine ziellose Inbetriebnahme genügt nicht und ihr Anspruch wird nicht erfüllt, „wenn sie zwar betätigt, aber das dahinter stehende Phänomen nicht gezielt untersucht wird“ (Englert & Kiupel, 2012, S. 142). Die selbstständige und aktive Auseinandersetzung mit einer interaktiven Station ist notwendig, um das zu erhaltende Ergebnis bzw. Effekt zu erkennen und ein Erkenntnisgewinn daraus zu ziehen.

Die selbstständige Auseinandersetzung mit den interaktiven Exponaten ist bei den Besuchern eines Science Centers unterschiedlich ausgeprägt. Dies zeigten auch Untersuchungen in der Phänomenta Flensburg, die der Autor unabhängig von dieser Arbeit durchgeführt hat. Es war zu erkennen, dass die Nutzungsintensität an den verschiedenen Exponaten unterschiedlich ausgeprägt war. In diesem Zusammenhang ist der hohe Aufforderungscharakter (Englert & Kiupel, 2012, S. 142), wie er zuvor angesprochen wurde, von entscheidender Bedeutung.

Wulf (2015) schreibt, dass:

„(...) insbesondere Stationen (...) werden [genutzt], die entweder ein gewisses Maß an körperlicher Aktivität durch den Experimentierenden verlangen oder dem Besucher eigene Sinneserfahrungen und nachhaltige Eindrücke vermitteln. (...) Exponate niedrigsten Attraktionswerten weisen in der Regel nur geringe Variationsmöglichkeiten auf bzw. der Besucher hat nur wenig Möglichkeiten haptisch mit dem Exponat zu interagieren.“ (Wulf, 2015, S. 143-144)

Um aber einen lernwirksamen Arbeitsprozess zu veranlassen, müssen die interaktiven Exponate so gestaltet sein, dass sie zum Experimentieren „einladen“ bzw. eine hohe Anziehungskraft besitzen. Öhding (2009) schreibt dazu:

„Attraktive und lernwirksame Experimentierstationen initiieren einen elementaren Forschungsprozess (...), wenn die Bedingungen 'Reproduziert', 'Sicherheit' und 'Variabilität' erfüllt sind. Das an einer Station zu beobachtende Phänomen muss einen deutlichen Effekt zeigen, beliebig oft zu wiederholen sein und einen Aufforderungscharakter besitzen. (...) Entsteht bei der Arbeit an der Station ein Gefühl von Sicherheit und ist genügend Zeit gegeben, wird zu einer intensiveren Auseinandersetzung übergegangen.“ (Öhding, 2009, S. 24).

In den Ausführungen von Hamm (2015) zeigen sich ähnliche Elemente, wie bei den Ausführungen von Öhding (2009). Jedoch werden sie ausführlicher und tiefergehend beschrieben. Hamm (2015) nennt hierzu zwei Elemente. Zum einen den „Aufbau von Spannung“ und zum anderen „das Auflösen [dieser Spannung]“ (Hamm, 2015, S. 97 in Bezug auf Oppenheimer, 1980³⁴ und Kiupel, 2003).

Spannungsaufbau lässt sich durch die nachfolgenden Punkte herstellen:

1. „Neugier weckende Exponate, bspw. weil es zu Abweichungen zwischen erwarteten und tatsächlich beobachteten Ergebnissen kommt“
2. „Herausfordernde oder interessante Aufgabenstellung“
3. „Ästhetisch reizvolle Exponate bzw. verblüffende Effekte“ (Hamm, 2015, S. 97 in Bezug auf Oppenheimer, 1980 und Kiupel, 2003)

Spannungsabbau kann durch die nachfolgenden zwei Parameter erreicht werden:

1. „Eigene kognitive Aktivität des Besuchers, indem dieser bspw. herausfindet, warum ein entsprechender Zusammenhang besteht“
2. „Ergebnisse eines ästhetischen Effekts selbst“
(Hamm, 2015, S. 97 in Bezug auf Oppenheimer 1980 und Kiupel, 2003)

In einem „internen Technorama-Papier“ zu „Überlegungen und Kriterien zur Konzeption und Konstruktion von Exponaten“ werden „Merkmale des guten interaktiven Exponats, in Bauweise, Funktion und Handhabung“ aufgeführt. Nachfolgend werden Auszüge aus diesen neun Punkten vorgestellt. (Besio, 1998, S. 385)³⁵

³⁴ http://www.exploratorium.edu/files/about/our_story/history/frank/pdfs/eecd.pdf (16.7.2019)

1. „Das Hauptmerkmal der wissenschaftlich-technischen Erscheinungen muss unmittelbaren einleuchten: Wenn sich nicht innerhalb der ersten (...) Sekunden beim Umgang damit eine Reaktion/ein Erfolgserlebnis abzeichnet, hat man den Interessenten schon verloren“ (Besio, 1998, S. 385).
2. „Spielraum für kreatives Experimentieren: Der Anwender muss die Möglichkeit haben, die bedeutsamen Parameter, die das Verhalten des Exponats bestimmen, zu steuern und zu beeinflussen. Die Größenordnung und Bandbreite der Auswirkungen muss leicht und deutlich wahrnehmbar sein. Gleichzeitig aber dürfen Übersetzungen, Verstärkungen, zeitliche Verzögerung oder Beschleunigung die Plausibilität nicht in Frage stellen“ (Besio, 1998, S. 385).
3. Neugier anregen: Zwischen Neugier und Komplexität besteht ein Zusammenhang: Darstellung und Inhalt dürfen weder zu banal und simpel, noch allzu komplex und einschüchternd sein. Im Zweifelsfalle komplexe Vorgänge oder Aussagen auf zwei Stationen oder zwei gesondert ablaufende Zyklen verteilen“ (Besio, 1998, S. 385).

Im „Leitfaden für die Erstellung interaktive Exponate“³⁶ (Wissenschaft: im Dialog) der MS Wissenschaft werden 13 verschiedene Punkte aufgeführt, die „ein gutes Exponat ausmachen“. Als Zusammenfassung lassen sich folgende Punkte anführen:

1. „Gestaltung: Aufmerksamkeit schaffen, ggf. Blickfang integrieren!“
2. „Neugierde ansprechen: Wieso? Warum? Wie funktioniert das? Warum ist das spannend für die Forschung?“
3. „Anknüpfungspunkte schaffen: Bezug zum Alltag herstellen“
4. „Spaß machen: Inhalte durch eine Mischung aus Wissensvermittlung und Unterhaltung präsentieren“
5. „Texte/Botschaften: einfach und anschaulich erklären“ (Wissenschaft: Dialog, S. 3)
6. „Einfache Bedienung“ (Leitfaden für die Erstellung interaktiver Exponate)³⁷

³⁶<https://www.bing.com/search?q=Leitfaden+f%C3%BCr+interaktive+Exponate+MS+Wissenschaft+Wissenschaft+im+Dialog&form=PRACE1&pc=ACTE&httpsmsn=1&refig=6bcea8d4cffa4cbe9aeaa2a96b313362&sp=-.1&pq=leitfaden+f%C3%BCr+interaktiv&sc=0-24&qs=n&sk=&cvid=6bcea8d4cffa4cbe9aeaa2a96b313362> (7.7.2019)

³⁷<https://www.bing.com/search?q=Leitfaden+f%C3%BCr+interaktive+Exponate+MS+Wissenschaft+Wissenschaft+im+Dialog&form=PRACE1&pc=ACTE&httpsmsn=1&refig=6bcea8d4cffa4cbe9aeaa2a96b313362&sp=-.1&pq=leitfaden+f%C3%BCr+interaktiv&sc=0-24&qs=n&sk=&cvid=6bcea8d4cffa4cbe9aeaa2a96b313362> (7.7.2019)

Grundlegend lässt sich festhalten, dass mit „(...) interaktiven Exponaten (...) sich schwierige Informationen oft ganz leicht erklären [lassen]. Im Gegensatz zur passiven Aufnahme von Informationen schafft die körperliche und geistige Beschäftigung mit einem Exponat eine Interaktion zwischen Exponat und Publikum und erleichtert das Lernen“ (Locker, 2011, S. 98).

Bereits im Vorschulalter können interaktive Exponate oder Experimente dazu beitragen, die naturwissenschaftliche Kompetenz bei Kindern zu erweitern bzw. einen ersten Grundstock aufzubauen. Lück (2003) geht auf die „Erinnerungsfähigkeit der Kinder (...) und Langzeitwirkung des vorschulischen Experimentierens“ ein (Lück, 2003, S. 68). Es sollte herausgefunden werden, inwieweit es „über das beobachtbare Interesse der Kinder hinaus eine Erinnerungsfähigkeit an den Ablauf der Experimente oder gar an die naturwissenschaftlichen Hintergründe vorhanden sei“ (Lück, 2003, S. 69). Der Zeitabstand zu den Experimenten betrug max. sechs Monate. Lück (2003) schreibt dazu, dass der „zeitliche Abstand (...) sehr groß gewählt“ wurde (Lück, 2003, S. 69). Als Methode wurden Einzelinterviews durchgeführt. Der verbale Anteil sollte reduziert werden, indem „Gegenstände, die bei der Experimentierreihe verwendet wurden, zum Interviewablauf hinzugezogen“ wurden (Lück, 2003, S. 69). „In einigen Fällen wurden die Gegenstände auch zur Unterstützung der Erinnerungsfähigkeit eingesetzt“ (Lück, 2003, S. 69). Die Erinnerungsfähigkeit war hoch. Es zeigte sich, dass „30% der Experimente (...) ohne jede Hilfestellung rekonstruiert werden [konnten], weitere 20% kamen mit geringer Unterstützung wieder ins Gedächtnis“ (Lück, 2003, S. 69). Die nachfolgende Abbildung stellt die Untersuchungsergebnisse zweier Kindertageseinrichtungen in Kiel dar. Es wurden 32 Kinder interviewt. (Lück, 2003, S. 69-70)

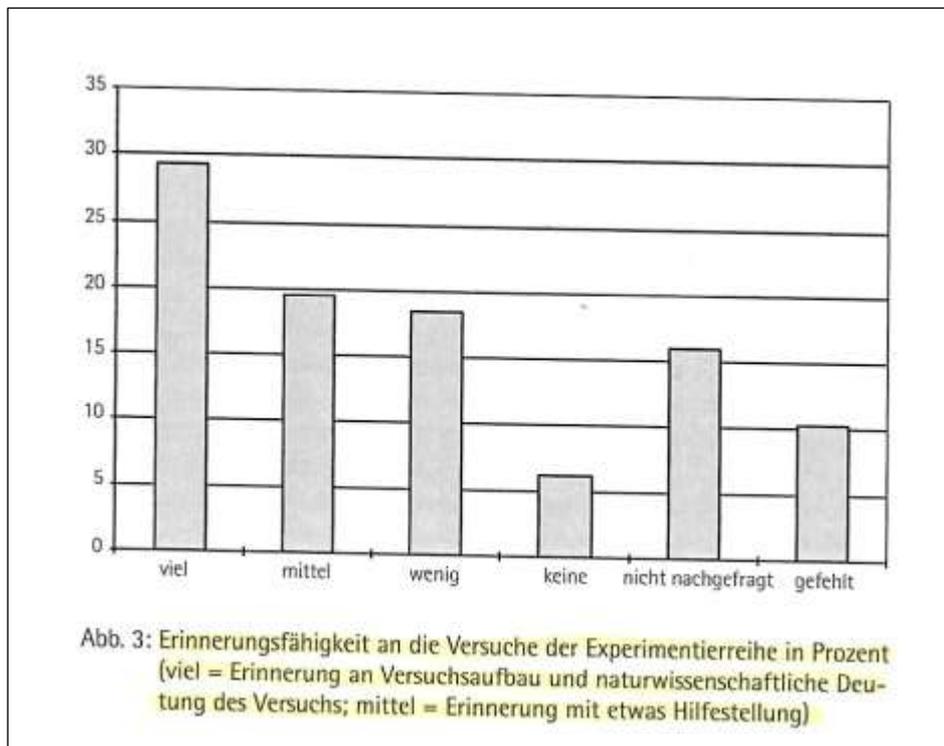


Abbildung 9: Erinnerungsfähigkeit nach Lück (2003)

Lück (2003) wirft die Frage auf, ob derartige Ergebnisse noch später erreicht werden können, nämlich „wenn der ‘eigentliche’ Einführungsunterricht in Chemie und Physik beginnt (...) und inwieweit mit einer frühen Heranführung an die Naturwissenschaften eine Langzeitwirkung hervorgerufen werden kann, die unter anderem auch Studium und Berufswahl beeinflusst“ (Lück, 2003, S. 70).

Die oberen Ausführungen zeigen, dass an Exponate in Science Centern eine Vielzahl von Anforderungen gestellt werden. Hierzu zählt bspw., dass Exponate zum Experimentieren auffordern sollen. Zudem sollen die Exponate auch Spaß machen. Körperliche Aktivität und Variationsmöglichkeiten erhöhen die Attraktivität eines Exponats. Die Gestaltung bzw. Durchführung sollte nicht zu trivial, aber auch nicht zu schwierig sein.

All diese Anforderungen zu erfüllen, ist vermutlich nicht möglich. D.h. ein idealtypisches Exponat, welches alle Anforderungen erfüllt, kann es nicht geben. Die Nutzung der zur Verfügung stehenden Exponate ist von den individuellen Interessen sowie den unterschiedlichen kognitiven Möglichkeiten der Besucher abhängig. Zudem spielen Gruppendynamiken ebenfalls eine entscheidende Rolle bei der Exponatnutzung.

6.6 Geschlechtsspezifisches Verhalten an interaktiven Experimentierstationen

In verschiedenen Arbeiten wurde bereits das unterschiedliche Interesse von Mädchen und Jungen bezüglich der Naturwissenschaften und Mathematik untersucht. In Kapitel 2.3 und 2.4 wurde auf „Geschlechtsspezifische Unterschiede im Bereich der Mathematik und der Naturwissenschaft“ anhand der PISA-Studie und Hattie-Studie bereits eingegangen.

An dieser Stelle soll ein Überblick gegeben werden, inwieweit vorherige Arbeiten bereits Erkenntnisse über geschlechtsspezifische Verhaltensweisen beim Experimentieren an interaktiven Exponaten erbracht haben.

In seiner Arbeit zur „Nutzung von interaktiven Experimentierstationen in Science Centern“ kommt Wulf (2015) zu folgenden Ergebnissen (Wulf, 2015 S. 155-156):

	Besucherverhalten
1	Jungen experimentieren weniger intensiv an den Exponaten als Mädchen
2	Die Gruppen der Mädchen und der erwachsenen Frauen haben die höchste Verweildauer an den Exponaten
3	Ausstellungsbesucher bevorzugen Exponate, an denen simple und leicht verständliche Experimente durchgeführt werden können
4	Besucher bevorzugen Exponate, an denen insbesondere ein hohes Maß an körperlicher Aktivität seitens der Besucher erforderlich ist oder ein haptischer Sinneseindruck zu gewinnen ist
5	Mädchen und Männer nutzten mehr Exponate während des Phänomentabesuchs als die Vergleichsgruppe der Jungen und Frauen
6	Jungen beschäftigen sich überwiegend nur oberflächlich mit den Exponaten. Sie interagieren während des Phänomentaaufenthalts von allen Untersuchungsgruppen an den wenigsten Exponaten. Außerdem nutzten sie im Vergleich zu den weiteren Clustergruppen die Experimentierstationen während der Interaktion am kürzesten
7	Exponate, die beim Experimentieren einen körperlichen Einsatz verlangen, werden von den Besuchern aller Clustergruppen mehrheitlich als attraktiv wahrgenommen
8	Mädchen nutzen durchschnittlich 14% der genutzten Stationen mehrfach, die Gruppen der Jungen hingegen nur 9%

Abbildung 10: Übersicht: Besucherverhalten (Wulf, 2015)

Die Ergebnisse von Wulf (2015) zeigen, dass Experimente, die leicht verständlich sind und körperlichen Einsatz voraussetzen, vorgezogen werden. Darüber hinaus ist zu erkennen, dass es geschlechtsspezifische Unterschiede im Verhalten von erwachsenen Frauen und Männern sowie Mädchen und Jungen gibt. Die Ergebnisse von Wulf (2015) sind für diese Arbeit von zentraler Bedeutung, da beide Autoren bei ihren Vorarbeiten intensiv zusammengearbeitet haben.

Wulf (2015) geht in seiner Arbeit folgender Hypothese nach: „Mädchen experimentieren ausdauernder und zielgerichteter an den Experimentierstationen als Jungen“. Diese Hypothese wurde nur als „teilweise bestätigt“ gewertet. Bei „zunehmenden Alter sind die Befunde nicht eindeutig und haben daher keine gültige Aussagekraft“ (Wulf, 2015, S. 193 & S. 196).

Bezüglich der Präferenz von Ausstellungen wird von Geyer (2008) folgendes geschrieben:

„Es zeigten sich auch teilweise geschlechtsspezifische Unterschiede: Während sich Schülerinnen und Schüler in der Studie von Orion und Hofstein (1991) kaum unterschieden, wies eine Studie von Greenfield (1995) auf geschlechtsspezifische Unterschiede in der Präferenz von Ausstellungen und Medien in naturwissenschaftlichen Museen hin. Mädchen bevorzugten spielerische Exponate und Themen zum menschlichen Körper, während Jungen sich bevorzugt mit Computern und Exponaten zur Erklärung naturwissenschaftlicher Phänomene beschäftigten“ (Geyer, 2008, S. 72).

Schließmann (2005) führt in seiner Arbeit aus, dass „die Frage nach geschlechtsspezifischen Unterschieden bei der Arbeit an den Stationen verneint werden“ kann (Schließmann, 2005, S. 84). Unterschiede im Langzeittest führt Schließmann (2005) darauf zurück, dass „Jungen besser Begriffe speichern und weitergeben können (...), während Mädchen das Wissen aus der Erinnerung im Zusammenhang der Hemisphären neu konstruieren und besser frei formulieren können“ (Schließmann, 2005, S. 85).

Schließmann (2006)³⁸ untersuchte, wie Vorschulkinder an interaktiven Experimentierstationen arbeiten. Die Verhaltensweisen der Kinder wurden am Exponat „Begehbare Brücke“ untersucht. Schließmann (2006) gelangt zu der Erkenntnis, dass an dieser Station die Kinder geschlechtsspezifische Verhaltensweisen zeigen (Schließmann, 2006, S. 25). Die Mädchen

³⁸ <http://archiv.ub.uni-heidelberg.de/volltextserver/6796/1/BerichtKita.pdf> (22.10.2018)

zeigten sich hier „ruhiger, sorgfältiger und disziplinierter“, die Jungen hingegen sind „aktiver aber weniger gründlich und ausdauernd“. Optimale Lernleistungen würden gemischte Gruppen erzielen (Schließmann, 2006, S. 25). In der Zusammenfassung hält Schließmann (2006) fest: „Unterschiede in der Arbeit von Jungen und Mädchen liegen weniger im kognitiven Bereich als in der Herangehensweise“ (Schließmann, 2006, S. 32).

In der Arbeit von Öhding (2009) wird beschrieben, dass „Unterschiede im experimentellen Vorgehen von Jungen und Mädchen“ beobachtet werden konnten (Öhding, 2009, S. 250). Öhding (2009) schreibt, dass Mädchen „reservierter“ experimentieren als Jungen. Mädchen erforschen weniger „neue Dimensionen“ (Öhding, 2009, S. 236). Öhding (2009) führt dieses Verhalten darauf zurück, „dass Mädchen darauf bedacht sind, im Sinne der Aufgabe zu handeln“ (Öhding, 2009, S. 236). Das Verhalten von Jungen beim Experimentieren wird von Öhding (2009) als „selbstbewusster oder mutiger beschrieben“ (Öhding, 2009, S. 236). Öhding (2009) hält im Rahmen ihrer Arbeit fest, dass „sich geschlechtsspezifische Merkmale im Experimentierverhalten von Jungen und Mädchen identifizieren“ lassen (Öhding, 2009, S. 237). Sie merkt jedoch an, dass es sich nur um eine geringe Stichprobengröße handeln würde und ihre Ergebnisse „als Indiz für tatsächlich vorherrschende Unterschiede gewertet“ werden kann. (Öhding, 2009, S. 251)

Heinemann (2018)³⁹ untersuchte im Rahmen seiner Arbeit das Experimentierverhalten von Kindern aus zweiten und vierten Klassen (N = 35). Er räumt ein, dass die Stichprobengröße zu gering ist. Aufgrund der geringen Stichprobenzahl werden die Ergebnisse nur als Anhaltspunkt angesehen. Fundiertere Ergebnisse würde sich durch eine größere Stichprobenzahl ergeben (Heinemann, 2018, S. 35 / S. 44).

Heinemann (2018) geht folgender Frage nach: „Ab welchem Alter kann bei den Schülerinnen und Schülern unterschiedliches Verhalten beim Experimentieren beobachtet werden?“ Als Untersuchungsgegenstand wählte Heinemann (2018) zwei Versuche aus dem Themenbereich „Schwimmen und Sinken“ und „Luft“. (Heinemann, 2018, S. 34 und 36)

Er kommt zu dem Schluss, dass bereits „Schülerinnen und Schüler (...) in der Grundschule geschlechterstereotypes Verhalten während dem Experimentieren zeigen“ (Heinamnn, 2018, S. 81). Heinemann (2018) verweist darauf, dass das stereotype Verhalten der Schülerinnen und

³⁹ <https://kobra.uni-kassel.de/bitstream/handle/123456789/2018081455972/HeinemannWissenschaftlicheHausarbeit.pdf?sequence=3&isAllowed=y> (9.7.2019)

Schüler der zweiten Klasse geringer ausgeprägt war, als bei Schülerinnen und Schüler der vierten Klasse (Heinemann, 2018, S. 81). Er hält auch fest, dass die „Arbeit (...) keinen genauen Aufschluss darüber [liefert], ab welchem Alter das stereotype Verhalten der Schülerinnen und Schüler während des Experiments beginnt“ (Heinemann, 2018, S. 81).

Die Arbeit von Förster (2004) bezog sich auf die 1. und 2. Jahrgangsstufe. Exemplarisch wird an dieser Stelle vom Autor hier auf eine einzelne Experimentierstation eingegangen (Förster, 2004, S. 117). Im Rahmen einer Vorevaluation, konnte Förster (2004) feststellen, dass die Kinder die Herstellung eines Parfüms als „Lieblingsexperiment“ angaben (Förster, 2004, S. 109-110). Es zeigte sich bei der Evaluation, dass diese Station „häufig frequentiert“ wurde (Förster, 2004, S. 140). Oberflächlich und stereotypisch betrachtet, könnte man davon ausgehen, dass eine solche Station von Mädchen präferiert würde. Bei der „Interpretation der Nutzungshäufigkeit einzelner Station“ ergab sich ein anderes Bild (Förster, 2004). Förster führt hierzu aus:

„Zusätzlich besitzt das Produkt Parfüm sowohl bei Mädchen als auch bei Jungen eine hohe Wertschätzung. Geschlechtsspezifische Unterschiede konnten weder im Verhalten der Kinder noch in der Neigung, das ein oder andere Experimente zu bevorzugen, von den Betreuern bei dieser Altersgruppe ausgemacht werden. Somit sind Kinder dieser Altersgruppe nicht geschlechtsspezifisch an den Experimenten interessiert“ (Förster, 2004, S. 140).

Förster (2004) schreibt in seiner Zusammenfassung und Ausblick in seiner Arbeit wie folgt:

„Die vorliegende Arbeit zeigt, dass sich Kinder geschlechtsspezifisch unabhängig auf affektiver und kognitiver Ebene verhalten, wenngleich beachtet werden muss, dass während der Studie versucht wurde, Vorurteilen keinen Platz einzuräumen“ (Förster, 2004, S. 192)

Die Ergebnisse der vorgestellten Arbeiten zeichnen ein heterogenes Bild. Der Autor der vorliegenden Arbeit geht davon aus, dass alle Schüler mit unterschiedlichen kognitiven Potenzialen die Ausstellung besuchen werden. Ebenso wurde davon ausgegangen, dass Elan und Einsatz beim Experimentieren an den interaktiven Exponaten unterschiedlich ausfallen. Diese Unterschiede werden jedoch nicht auf ein bestimmtes Geschlecht, sondern auf die gesamte Schülerschaft bezogen.

6.7 Nutzung von Texten und Erklärungen in Ausstellungen (Museen und Science Centern)

In der Schule sind Schüler überwiegend damit beschäftigt, Texte zu lesen und anschließend entsprechende Aufgabenstellungen zu lösen. Die haptische Auseinandersetzung mit verschiedenen Lerninhalten ist auf wenige Fächer beschränkt. Der Mensch speichert ca. 10% an neuem Wissen durch Lesen und zu 90% durch eigenes Handeln ab (Sauerborn und Brühne, 2012, S. 58-59).

Um einen Einstieg in diesen Themenbereich zu ermöglichen, wird zunächst kurz die Nutzung von Texten in Museen betrachtet, da Science Center oftmals als Museen der dritten Generation bezeichnet werden (Geyer, 2008, S. 59). Museen und Science Center haben trotz ihres unterschiedlichen konzeptionellen Ansatzes ein gemeinsames Ziel. Die Besucher sollen nach ihrem Besuch neues Wissen und Erkenntnisse erworben haben. Der Vermittlungsweg ist z.T. sehr verschieden und hängt von der jeweiligen Ausgestaltung des Museums oder des Science Centers ab. Es zeigt sich, dass die traditionellen Kernaufgaben eines Museums im Bewahren, sammeln, erforschen und ausstellen liegen (in Anlehnung an Geyer, 2008, S. 56). Das Ausstellen von Gegenständen im Museum ist überwiegend mit Beschreibungen und Erklärungen von unterschiedlicher Länge verbunden. Dabei stellt sich die Frage, ob und in welchem Umfang diese Texte von Besuchern gelesen werden. Anzumerken bleibt, dass sich klassische Museen und Science Center grundlegend in der Aktivität der Besucher unterscheiden. In Museen ist der Besucher passiv und im Science Center ist Aktivität und Selbstständigkeit gefordert.

Reinhardt (2005) schreibt, dass „90 Prozent der Besucher von Museen (...) keine Texttafeln“ lesen (Reinhardt, 2005, S. 15). Mergen (2016) schreibt in Bezug auf die „Mediale Vermittlung in Museen“, dass Besucher in Ausstellungen „nur einen Bruchteil des gesamten Textvolums in einer Ausstellung“ lesen (Mergen, 2016, S. 193). Ebenso wird von Mergen (2016) ausgeführt, dass nur so „(...) viel textliche Erklärungen wie nötig, so wenig Textvolumen wie möglich“ zu verwenden sind (Mergen, 2016, S. 193).

Reinhardt (2005) schreibt in diesem Zusammenhang:

„Für Science-Center wirkt hierbei die Tatsache positiv, dass bei den Besuchern die Praxis im Vordergrund steht. Diese erfahren die zu vermittelnden Erkenntnisse und Erlebnisse durch eigenes Handeln und nicht durch das Lesen von Textinformationen, die z.B. vielen Museen den Einstieg in die Materie liefern“ (Reinhardt, 2005, S. 15).

Die Phänomenta verfolgt ein klares, strukturiertes Konzept ohne optische Ablenkung. Die Dramaturgie steht nicht im Vordergrund, im Vordergrund steht das Experiment. (Schaper-Rinkel u.a., 2002, S. 7) Es kann also nicht davon ausgegangen werden, dass in jedem Science Center Erklärungen und Beschreibungen zur Verfügung stehen. Andere Science Center nutzen durchaus Erklärungen und Beschreibungen, wie z.B. das Universum in Bremen. Hier wird dem Besucher eine Erklärung und Anleitung zu den jeweiligen Exponaten zur Verfügung gestellt (Asmussen, 2010, S. 2)⁴⁰.

Nahrstedt u.a. (2002) schreiben, dass „in wissensorientierten Lern-Erlebniswelten (...) kognitives Wissen über Texttafeln an den Objekten und Arrangements vermittelt“ wird. Jedoch wird die fehlende Verwendung dieser Texttafeln als Problem angesehen (Nahrstedt u.a. 2002, S. 234). Darüber hinaus wird von Nahrstedt u.a. (2002) ebenso angemerkt, dass „Unterhaltungsorientierte Einrichtungen“ vor der „Ausweitung textbasierter Lernformen“ zurückschrecken (Nahrstedt, 2002, S. 234). Damit soll die „Anmutung eines Unterhaltungsarrangements“ nicht gestört werden (Nahrstedt u.a., 2002, S. 234).

Inwieweit sich Besucher von Science Centern die verschiedenen Phänomene folgerichtig erklären können ist fraglich. Es ist nicht davon auszugehen, dass der größte Teil der Besucher über ein solch umfangreiches Wissen in den Naturwissenschaften verfügt. Das Fehlen von Texten führt dazu, dass „die Besucher vollkommen auf sich alleine gestellt“ sind (Kubacki u.a., 2012, S. 4). Darin besteht jedoch auch eine große Chance. Der Besucher eines Science Centers ist darauf „angewiesen (...), sich intensiver mit der Materie zu befassen, um sich das dargestellte Phänomen erklären zu können“. Das Vorhandensein von Texten könnte dazu führen, dass das eigene erforschen der Phänomene entfällt. (Kubacki u.a., 2012, S. 4)

Kubacki u.a. (2012) führten in vier Science Centern Befragungen durch. Zwei Science Center waren in Deutschland und zwei Science Center in Österreich. Es handelte sich hierbei um das WELIOS, die experiMINTa (Frankfurt), das Haus der Natur (Salzburg) und die EXPERIMINTA in Heilbronn (Kubacki u.a., 2012, S. 1-2). Kubacki u.a. (2012) gingen der Frage nach, „ob die Besucher (...) Texte überhaupt lesen“. Darüber hinaus gingen sie der Frage nach, ob sie zum Verständnis bzw. als Anleitung gelesen werden. (Kubacki u.a., 2012, S. 4) Das Ergebnis zeigte, dass 48% der Befragten die Texte nicht lasen. Hier für gab es verschiedene Gründe.

⁴⁰ <http://www2.hu-berlin.de/ws/ebeneI/superworte/naturwiss/center.pdf> (9.7.2019)

1. „kein Interesse am Text“
2. „Erklärungen [selbst] abgeleitet“
3. „Spieltrieb [war] stärker“
4. „Geduld nicht lange hielt und gleich ausprobiert werden sollte“

(Kubacki u.a., 2012, S. 4).

Von den Befragten haben 22% den Text vollständig gelesen und 30% der Befragten haben den Text nur teilweise gelesen (Kubacki u.a., 2012, S. 4).

Bade (2010) beschreibt in einem Teil ihrer Arbeit die Aktivität von Kindern an drei verschiedenen Ausstellungstücken. Die nachfolgende Grafik verdeutlicht ihr Ergebnis (Bade, 2010, S. 169).

Aktivität der Kinder	Prozent (bei Ausstellungs- stück 1)	Prozent (bei Ausstellungs- stück 2)	Prozent (bei Ausstellungs- stück 3)
Spielen mit dem Ausstellungstück	98,11	82,22	89,09
Ausprobieren verschiedener Möglichkeiten, wie mit dem Ausstellungstück umgegangen werden kann	75,47	73,33	18,18
Untersuchung, wie das Ausstellungstück funktioniert	67,92	66,67	74,55
Bestätigung bei den erwachsenen Begleitpersonen suchen	7,55	8,89	12,73
Benutzung des Ausstellungstücks in einem anderen neuen Kontext	0	4,44	0
Lachen	3,77	4,44	7,72
Französische Erklärungen lesen	0	24,44	9,09
Deutsche Erklärungen lesen	0	13,33	3,64
Englische Erklärungen lesen	0	0	0

Erklären (des Ausstellungsstücks für andere)	9,43	20	25,45
--	------	----	-------

Abbildung 11: Nutzung von Erklärungen (nach Bade, 2010)

Die Ergebnisse ihrer Untersuchung zeigen, dass die Kinder nur selten die angebotenen Texte lesen, um Informationen zu erhalten.

Zur Nutzung von Texten schreibt Fiesser (2005), dass der „Prozess des eigenen Forschens empfindlich gestört werden“ kann, z.B. durch „zu frühe Erklärungen, besonders, wenn sie schriftlicher Form an den Stationen angebracht sind“ (Fiesser, 2005, S. 16).

Bezüglich des Fehlens von Texten oder Erklärungen schreibt Besio (1998) wie folgt:

„Hinter diesem gewollten Eklektizismus und der Zurückhaltung in (...) [Bezug] auf wissenschaftlichen Erklärungen stand auch ein weiteres Credo Oppenheimers: Wir wollen nicht, dass der Besucher hinausgeht mit dem Eindruck, dass jemand anders cleverer ist als er selbst“ (Besio, 1998, S. 381).

Wulf (2015) führt in seiner Arbeit aus, „dass jeder Besucher einige Texttafeln während des Besuchs liest, aber kein Besucher alle“ (Wulf, 2015, S. 6 in Bezug auf Wolf, 1980) In der Arbeit von Borun und Miller (1980) wird aufgezeigt, dass Ausstellungsbesucher „in erster Linie [sich] objektorientiert bewegen“ die Nutzung von Texttafeln ist davon abhängig (Wulf 2015, S. 6-7 in Bezug auf Borun und Miller, 1980)

Sturm (2014) verweist in seiner Arbeit darauf, dass die Experimentierstationen selbstständig erforscht und durchdrungen werden sollen. Die „(...) experimentierenden Kinder [sollen] das zu Grunde liegende Phänomen in einer selbst gewählten und auch selbstständig organisierten Weise erforschen und durchdringen“ (Sturm, 2014, S. 19). In Bezug auf Texttafeln schreibt er, dass sie diesen „Prozess abrechnen würden“ (Sturm, 2014, S. 19).

Unabhängig von dieser Arbeit führte der Autor eine Befragung in der Phänomena durch. Im Rahmen dieser Befragung wurden die Besucher dazu aufgefordert anzugeben, was in der Phänomena Flensburg verbessert werden könnte. Insgesamt wurden 182 Personen befragt. Erfasst wurden Besucher/-innen im Alter von 8 bis 65 Jahren. Es wurden keine Kindergartenkinder befragt.

Die nachfolgende Tabelle verdeutlicht das Ergebnis inwieweit der Wunsch nach Erklärungen an den Exponaten besteht.

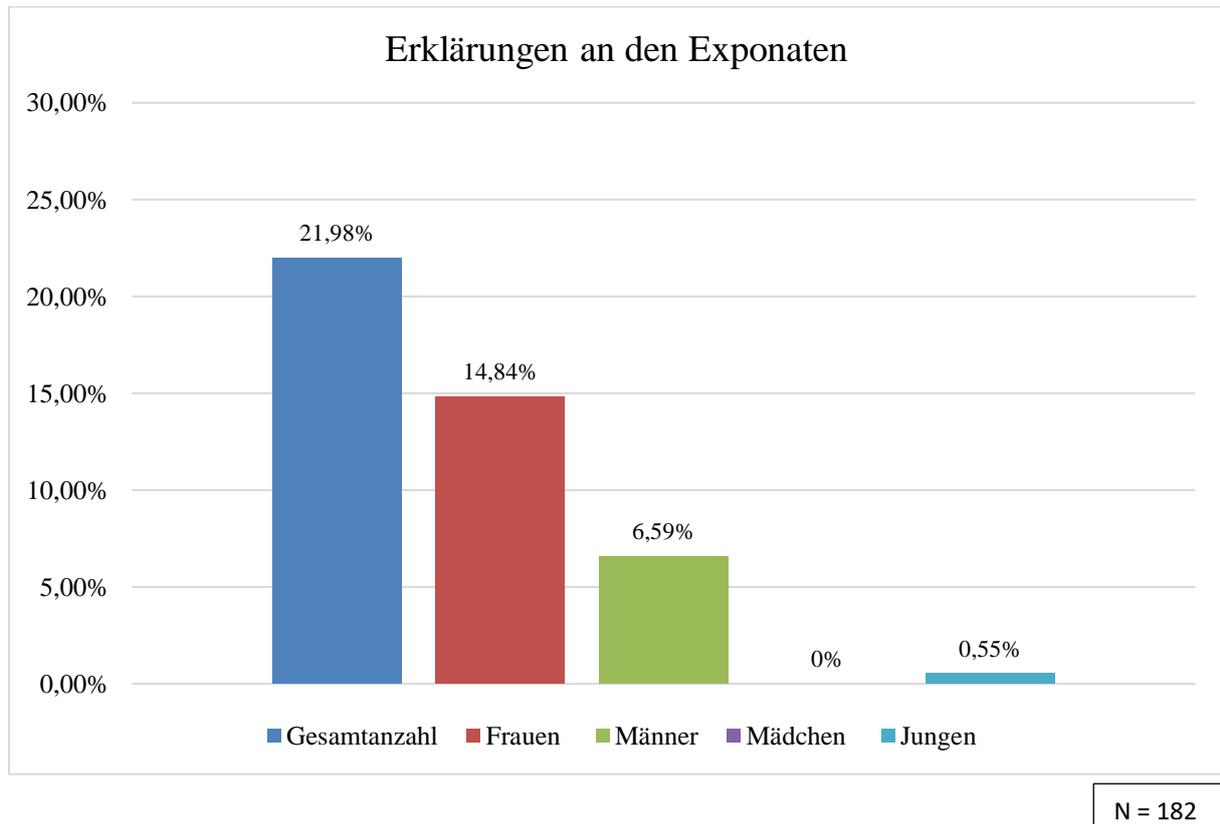


Abbildung 12: Befragung in der Phänomenta - Erklärungen an den Exponaten (Steuer, 2019)

Das Ergebnis zeigt, dass nur 21,98% der Befragten sich Erklärungen an den Exponaten „wünschten“. Splittert man das Gesamtergebnis auf, so ist festzustellen, dass 14,84% der weiblichen Befragten und 6,59% der männlichen Besucher Erklärungen als Verbesserung empfänden. Betrachtet man die Kinder/Jugendlichen, so zeigt sich, dass kein Mädchen und nur ein Jungen (0,55%) Erklärungen als Verbesserung angaben. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass nicht einmal die Hälfte aller Befragten den „Wunsch“ nach Erklärungen an den Exponaten äußerten.

Im Vordergrund des eigenen Handelns sollte die aktive Auseinandersetzung mit den interaktiven Exponaten stehen. Die haptische Erfahrung und die Erweiterung der eigenen Erkenntnisse stellen einen ungeahnten Mehrwert dar.

6.8 Effektivität von Besuchen in Science Centern

In der Phänomenta befinden sich keine Erklärungen. Lediglich kleine Fragestellungen sind an den Exponaten vorhanden. Beschäftigt sich der Besucher mit dieser Frage bzw. beginnt der Besucher sich mit dem interaktiven Exponat auseinanderzusetzen, kann „zweifelsfrei von einem fruchtbaren (...) Lernprozess gesprochen werden“ (Fiesser, 1996, S. 8) Von Fiesser (1996) wird angemerkt, dass eine intensive Auseinandersetzung ca. 30 Minuten beträgt (Fiesser, 1996, S. 8).

Kapelari (2011) stellt vier Faktoren vor, die „die Effizienz eines Science Center Besuchs beeinflussen“.

1. Die Vorbereitung des Science Center Besuchs in der Schule

Eine gute Vorbereitung der Schüler ist unabdingbar. D.h. die Erwartungen müssen geklärt sein und die Zielsetzung des Ausflugs muss erkennbar sein. Ebenso sollte darauf hingewiesen werden, was die Schüler im speziellen zu beachten haben. Das ermöglicht eine bessere Orientierung und damit kann das vorhandene Angebot für den eigenen Lernvorgang effektiver genutzt werden. (Kapelari, 2011, S. 92, in Bezug auf Orion & Hofstein 1994 und Anderson u.a. 2000)

2. Die Haltung und das Engagement des Lehrers/der Lehrerin während des Besuchs im Science Center

Der Lehrer spielt eine zentrale Rolle während der Erkundung des Science Centers. Die Einsatzbereitschaft der Lehrkräfte ist unterschiedlich stark ausgeprägt. Sie reicht vom ständigen Begleiter der Schüler bis zur Lehrkraft die sich überwiegend in der Cafeteria aufhält. (Kapelari, 2011, S. 93) Kapelari (2011) schreibt darüber hinaus:

„Tatsächlich konnte ein Zusammenhang zwischen Lehrer/innenengagement und Lernerfolg der Schüler/innen festgestellt werden. Je mehr sich Lehrer/innen in der Vorbereitung des Lehrausgangs engagieren desto mehr unterstützen sie das Lernen ihrer Schüler/innen und ist es wahrscheinlicher, dass Aktivitäten, die im Science Center durchgeführt werden mit den Lerninhalten in der Schule in Verbindung stehen“ (Kapelari, 2011, S. 93).

3. Die Nachbereitung des Science Center Besuchs in der Schule

Es wurde bereits beschrieben, wie unabdingbar die Nachbereitung eines Besuchs am außerschulischen Lernort ist. Es muss eine Verbindung zwischen dem Lerngegenstand in der Schule in den Lerninhalten am jeweiligen Lernort geschaffen werden. Guderian (2007) schreibt dazu:

„Eine vom Unterricht abgelöste Ausflugsveranstaltung ohne jeglichen Bezug zu den momentan gelernten Inhalten scheint daher uneffektiv und im Hinblick auf eine nachhaltige Interessenentwicklung wirkungslos“ (Guderian, 2007, S. 169).

Kapelari (2011) führt dazu an, dass wenn „gut strukturierte Nachbereitungen in der Schule (...) [stattfinden], ist ein positiver Einfluss des Lehrausgangs auf den Lernerfolg der Schüler/innen nachweisbar“ (Kapelari, 2011, S. 94 in Bezug auf Anderson u.a., 2000).

4. Das Angebot des Science Centers

Der Besuch eines Science Centers ist erfolgreich und nachhaltig, wenn zwei Punkte gegeben sind. Zum einen eine hohe Selbstaktivität der Schüler und zum anderen „Zeit in der strukturiert Anweisungen gegeben und Wissensinhalte angeboten werden (Filme, Präsentationen, Diskussionen mit Gleichaltrigen und Lehrenden)“. (Kapelari, 2011, S. 94)

Reinhardt (2005) schreibt, dass „(...) zu vermittelnde 'Wissen' (...) nicht mehr durch traditionelle Vitrinen, Wandtafeln oder Schaukästen präsentiert [wird], sondern erlebnisorientiert unter Einbeziehung des Besuchers anhand von Experimenten oder Simulatoren aufbereitet und vermittelt“ (Reinhardt, 2005, S. 14).

Science Center sind ein beliebtes Ausflugsziel sowohl für Schulklassen als auch für andere Reisegruppen. Heering, Kuipel und Schulze Heulig (2016) schreiben, dass „(...) die Frequentierung der Science Center von Schulklassen in den vergangenen Jahren zunehmend beliebter geworden ist (...)“ (Heering, Kuipel und Schule Heulig, 2016, S. 237) und beziehen sich dabei auf Schaper-Rinkel, Giesecke und Bieber (2001).

Trotz ihrer hohen Beliebtheit stellt sich die Frage, inwieweit Science Center als Lernort zu einem Wissenszuwachs bei Schülern führen können. In überspitzter Weise bezeichnet Willmann (2001)⁴¹ Science Center als „musealen Kinderspielplatz“. Ebenso spitzfindig schreibt Unterstell (2013)⁴² wie folgt:

⁴¹ http://www.zeit.de/2001/13/Spannung_bis_zum_Abwinken/seite-5 (8.3.2018)

⁴² <https://www.bpb.de/apuz/158662/science-center-wissen-als-erlebnis>

„So kann nur darüber spekuliert werden, was die `Erwachsenen von morgen` tatsächlich aus Science Centern mitnehmen. Gibt es überhaupt nennenswerten Erkenntnisgewinn? (...) So bleiben Science Center in der Praxis hinter ihrem selbst formulierten Anspruch zurück: Wie so oft wird das allgemeine Interesse (sprich: Bildung) für das besondere Interesse (vulgo: Profit) in Anspruch genommen. Science Center sind Wettbewerber in einem unkämpften Freizeit- und Tourismusmarkt“.

Looß (2006) wirft folgende Frage auf: „Sind Science Center (...) effektiv für das Lernen von Naturwissenschaft?“ (Looß, 2006, S. 2). Schulze Heulig (2016) schreibt, dass die „Befundlage zum Wissenszuwachs durch Science-Center-Besuche (...) heterogen“ ist (Schulze Heuling, 2016, S. 2).⁴³

Schlichting (2009) schreibt, dass es „schwer zu sagen“ ist, inwieweit „die Schülerinnen und Schüler in einem Science Center in dem Sinne etwas lernen, dass sie anschließend bessere Leistungen in Physik erbringen“ (Schlichting, 2009, S. 20).

Looß (2004) hält fest, dass Science Center unterhaltend sind, Spaß machen und sie „bieten Visualisierungen auf höchstem technischen Niveau, die Schule niemals leisten kann“ (Looß, 2004, S. 24). Dennoch hält Looß (2004) fest, dass das „Bedürfnis nach Lerneffekten (...) dagegen bisher nur selten befriedigt“ wird (Looß, 2004, S. 24). Das Science Center muss als Ergänzung zur Schule und nicht als Alternative zur Schule gesehen werden. Es ist notwendig, dass der Besuch eines Science Centers gründlich vor- und nachbereitet wird. Nur so kann es „gelingen, einen Besuch im Science Center auch für das Lernen effektiv zu gestalten“ (Looß, 2004, S. 24).

Heering, Kiupel und Schulze Heulig (2016) schreiben, dass „Waltner und Wiesner (2007) (...) hinsichtlich des Wissenszuwachs [von] Science Center Besuchen (...) nur [einen] geringen Mehrwert“ bescheinigen (Heering, Kiupel und Schulze Heulig, 2016, S. 237).

Lewalter und Geyer (2005) führen an, dass der gegenwärtige „Wissensbestand hinsichtlich der lern- und motivationsbezogenen Wirkung von Museumsbesuchen vor allem auf zahlreichen Einzelstudien zu spezifischen Besuchsaspekten beruht“ (Lewalter & Geyer, 2005, S. 779). Insgesamt deutet jedoch der derzeitige Stand „auf positive kognitive und affektiv-motivationale Wirkung von (...) [Museum und Science Center-Besuchen] hin“ (Lewalter & Geyer, 2005, S. 779) Lewalter und Geyer (2005) kommen zu dem Schluss, dass Science Center und Museen über „Potenzial (...) verfügen, motivationale und kognitive Prozesse bei Schülern zu fördern“ (Lewalter & Geyer, 2005, S. 781).

⁴³ <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/viewFile/709/893> (12.7.2019)

Jarvis und Pell (2005) kommen hingegen zu kritischen Ergebnissen. Gegenstand ihrer Untersuchung war ein Science Center bezüglich des Themas „Raumfahrt“ (UK National Space Center in Leicester). Sie gingen der Frage nach, „ob und ggf. wie sich die Einstellung der teilnehmenden Kinder gegenüber der Wissenschaft durch einen Besuch im Space Centre verändert“ hat (Schreiber, 2016, S. 183 in Bezug auf Jarvis und Prell, 2005). Sie führen aus, dass:

„Science Centers das Potenzial hätten, Kinder auf besondere Weise für Wissenschaft zu begeistern, sodass sie dadurch auch weitergehend Lust darauf hätten, sich auch in anderen – zum Beispiel schulischen – Zusammenhängen mit wissenschaftlichen Themen zu beschäftigen. Dies spricht der sehr interaktiven Form der Wissenschaftskommunikation für Kinder ein hohes Potenzial auf der inner- und außersystematischen, aber auch auf der emotionalen Effektebene zu“ (Schreiber, 2016, S. 184 in Bezug auf Jarvis und Prell, 2005).

Jarvis und Prell (2005) kommen aber auch zu dem Schluss, dass die Kinder sich „an die einzelnen Ausstellungsstücke erinnern“, jedoch können sie nicht „den dahinterstehenden Sinn und die zugrundeliegende Botschaft“ erkennen (Schreiber, 2016, S. 185 in Bezug auf Jarvis und Prell, 2005). „Vier Monate nach dem Besuch des Science Centers würden die befragten Kinder kaum ein Exponat mehr auf Fotos erkennen“ (Schreiber, 2016, S. 185 in Bezug auf Jarvis und Prell, 2005)

Bevor man von einem Lern- oder Wissenszuwachs sprechen kann, ist es notwendig, dass eine hohe Erinnerungsfähigkeit an die interaktiven Exponate vorliegt. Schlichtweg dürfen die Inhalte nicht vergessen werden. Das „Behalten“ und das „Vergessen“ sind zwei zuwiderlaufende Vorgänge. Hobmair u.a. (2003) schreiben dazu:

„Behalten bedeutet, dass man eine verarbeitete Information im Langzeitgedächtnis gespeichert hat und sie bei Bedarf abrufen kann. Vergessen heißt, dass eine Information nicht mehr aus dem Gedächtnis abgerufen werden kann“ (Hobmair u.a., 2003, S. 135).

Von besonderem Interesse für diese Arbeit, sind die Ergebnisse von Förster (2004) der auf die „Erinnerungsfähigkeit“ eingeht (Förster, 2004, S. 143). Informationen können auf verschiedene Arten aufgenommen werden. Die nachfolgende Übersicht ermöglicht einen Überblick über die „Erinnerungsrate bei den verschiedenen Arten der Informationsaufnahme“ (Hobmair u.a.,

2003, S. 137 in Bezug auf Hertlein, 2001). (Die Ausführungen von Sauerborn und Brühne (2012, S. 58-59) weisen eine ähnliche prozentuale Verteilung auf.)

Lesen	10%	Hören	20%
Sehen	30%		
Hören und Sehen			50%
selber sagen			70%
selber tun			90%

Abbildung 13: Erinnerungsrate / Informationsaufnahme

Deutlich zu erkennen ist, dass Erinnerungsrate am größten ist, wenn man selbst etwas sich erarbeitet. Um Umkehrschluss bedeutet das, dass die Erinnerungsrate bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen nach dem eines Science Centers hoch sein müsste, da hier die Selbsttätigkeit an vorderer Stelle steht.

In seiner Arbeit führt Förster (2004) 30 Interviews (16 Mädchen & 14 Jungen) zur Erinnerungsfähigkeit durch. Die Interviews wurden ca. 133 Tage nach dem Besuch durchgeführt. Im Durchschnitt dauerten die Interviews 15 Minuten. Die Kinder waren ungefähr acht Jahre alt (Förster, 2004, S. 143-144). Förster (2004) bildete nach der Datensichtung „zunächst Oberkategorien [...], die die Erinnerungsfähigkeit und weitere Auffälligkeiten nach Themen geordnet wiedergeben“ (Förster, 2004, S. 144). Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick zu den Kategorien.

Kategorie A	Äußerungen der Kinder zur Eingangsfrage nach den Experimenten, an die sie sich noch erinnern können.
Kategorie B	Einstellung zu chemischen Experimenten.
Kategorie C	Erinnerungsfähigkeit an die Durchführung eines Experimentes.
Kategorie D	Erinnerungsfähigkeit an die Beobachtung eines Experimentes.
Kategorie E	Erinnerungsfähigkeit an die Deutung eines Experimentes.

C = Durchführung

D = Beobachtung

E = Deutung

Abbildung 14: Erinnerungsfähigkeit, Förster (2004)

Die Kategorien A und B bleiben für die vorliegende Arbeit unberücksichtigt. Die Kategorien C, D und E werden genauer betrachtet. Zu den jeweiligen Kategorien entwickelte Förster (2004)

noch fünf Unterkategorien. Die nachfolgende Tabelle gibt hierzu einen Überblick (Förster, 2004, S. 144-148).

C1, D1, E1	Vollständige Erinnerung
C2, D2, E2	Erinnerung an den Kerngedanken – Kleinigkeiten sind falsch
C3, D3, E3	Vollständige Erinnerung mit Hilfe
C4, D4, E4	Erinnerung an den Kerngedanken mit Hilfe – Kleinigkeiten falsch
C5, D5, E5	Falsche bzw. keine Erinnerung

Abbildung 15: Erinnerungsfähigkeit (II), Förster (2004)

Die Unterkategorien 1 und 2 und die Unterkategorien 3 und 4 werden von Förster (2004) noch einmal zusammengefasst. Förster schreibt dazu, dass „eine Darstellung mit nur drei Unterkategorien übersichtlicher [ist] und enthält hinsichtlich der Vergleichbarkeit der Experimente noch mehr Aussagekraft“ (Förster, 2004, S. 149).

C1, D1, E1	gewusst
C2, D2, E2	
C3, D3, E3	mit Hilfe gewusst
C4, D4, E4	
C5, D5, E5	nicht gewusst

Abbildung 16: Erinnerungsfähigkeit (III), Förster (2004)

Die nachfolgenden zwei Abbildungen zeigen die Erinnerungsrate der 30 Kinder und die anschließende Aufspaltung in Mädchen und Jungen (Förster, 2004, S. 150).

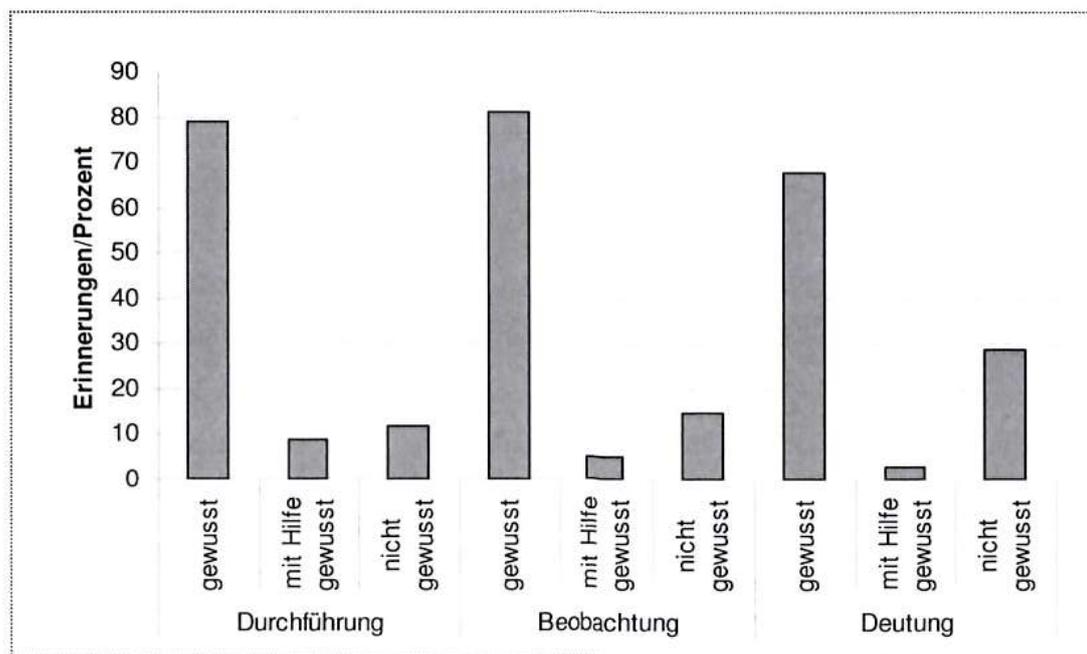


Abb. 5.11: Durchschnittliche Erinnerungsfähigkeit an die Experimente in Prozent (N = 30)

Abbildung 17: Erinnerungsfähigkeit (IV), Förster (2004)

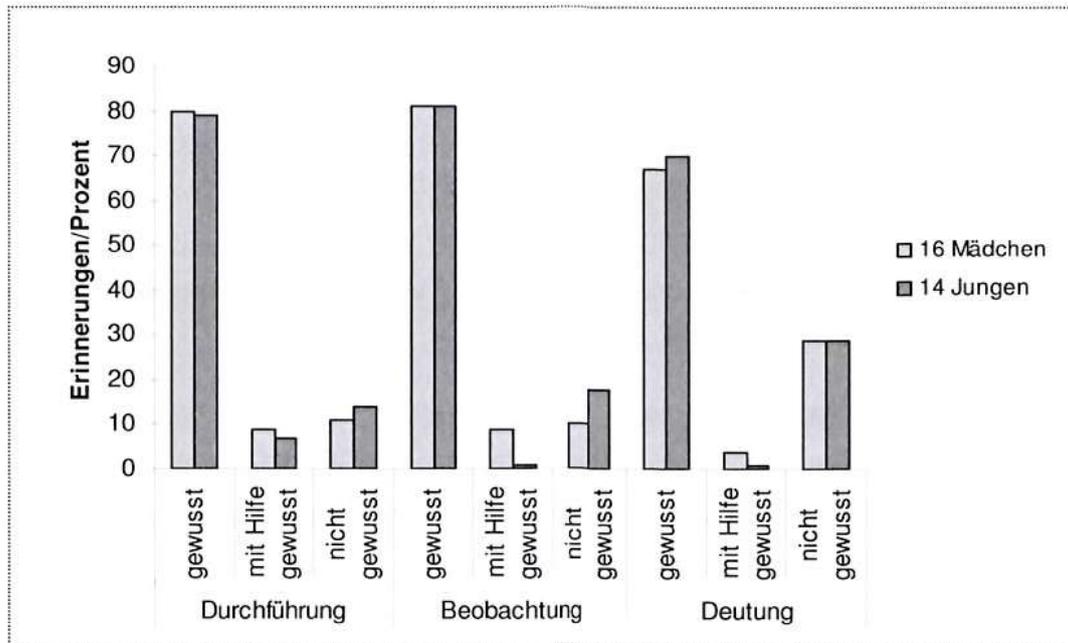


Abb. 5.12: Durchschnittliche Erinnerungsfähigkeit an die Experimente in Prozent im Vergleich ($N_M = 16$; $N_J = 14$)

Abbildung 18: Erinnerungsfähigkeit (V), Förster (2004)

Deutlich zu erkennen ist, dass sich die Kinder an die Durchführung, Beobachtung und Deutung der Experimente unverkennbar erinnern konnten. Lediglich im Bereich der Deutung ist die Erinnerungsrate im Punkt „nicht erinnert“ erhöht. Ebenso ist zu erkennen, dass sich die Ergebnisse zwischen Mädchen und Jungen nahezu gleichen. Von Förster (2004) werden noch extrapolierte und prognostizierbare Werte sowie alle Erinnerungsdaten zu den verschiedenen Experimenten vorgestellt. Auf diese Werte wird an dieser Stelle nicht eingegangen, da es den Umfang dieser Arbeit übersteigen würde. Es sollte lediglich ein grober Überblick und Tendenz aufgezeigt werden (Förster, 2004, S. 15-151).

Langfristig angelegte Studien, d.h. die die Entwicklung von Kindern vom Vorschulalter bis zum Schulabschluss begleiten, würden nachhaltigere Ergebnisse zeigen. Derartig angelegte Studien wären jedoch kosten- und personalintensiv und würden vermutlich wenig finanzielle Unterstützung als auch Probandenbereitschaft finden.

Nachfolgend werden die Hypothesen zur Beobachtung und Befragung vorgestellt, denen im Rahmen dieser Arbeit nachgegangen wird.

- A. Leithypothese: Unter Schülern der Primarstufe und der Sekundarstufe I sind gute Kenntnisse zu Dinosauriern verbreitet. Entsprechend wird die Sonderausstellung positiv aufgenommen und führt zu Lerneffekten.
1. Hypothese: Die Befragung zeigt, dass Schüler der Primarstufe über ein größeres Wissen an Dinosauriern verfügen, als Schüler der Sekundarstufe I.
2. Hypothese: Bei der Nachbefragung ist bei beiden Schulstufen eine höhere Anzahl an Assoziationen zum Begriff „Dinosaurier“ festzustellen als bei der Vorbefragung.

Die hier vorgestellten Hypothesen ergeben sich aus dem Kapitel „Faszination Dinosaurier“. Es zeigt sich, dass Dinosaurier eine enorme Anziehungskraft besitzen. Verschiedene Autoren und Arbeiten fordern, dass das Thema „Dinosaurier“ stärker in den Fokus der Grundschule gerückt wird. Die Ergebnisse von Solcher (2008) zeigten aber auch, dass die Begeisterung „zum Ende der Grundschulzeit sukzessive“ abnimmt (Solcher, 2008, S.79). Das Thema Dinosaurier ist aus der Lebenswelt der Kinder nicht mehr wegzudenken. Jedoch zeigen sich Unterschiede bei den Geschlechtern. Die Film-Kleidungs- und Spielzeugindustrie hat diesen „Dinosaurier-Hype“ aufgenommen und verfolgt ihn weiter. (Vgl.: Kapitel 2.5.)

- B. Leithypothese: Mädchen und Jungen unterscheiden sich in der Nutzung und im Effekt der Sonderausstellung.
1. Hypothese: Bei der Nachbefragung zeigt sich, dass sich Mädchen mehr an die Ausstellung und an die Exponate erinnern können als die Jungen.
2. Hypothese: Die Beschilderung an den verschiedenen Exponaten wird von Jungen weniger gelesen als von Mädchen.

Die Hypothesen im Hypothesenblock B, ergeben sich zum einen aus dem Kapitel „Geschlechtsspezifisches Verhalten an interaktiven Experimentierstationen“, in dem vorgestellt wurde, dass in verschiedenen Arbeiten geschlechtsspezifische Unterschiede festgestellt werden konnten. Die Ergebnisse zeichnen ein heterogenes Bild. Wulf (2015), Geyer (2008), Öhding (2009) und Heinemann (2018) kommen zudem Ergebnis, dass geschlechtsspezifische Unterschiede vorhanden sind. Auch Schließmann (2006) kommt in einer seiner Arbeiten zu diesem Ergebnis. Hingegen konnten Förster (2004) und Schließmann (2005) in ihren Arbeiten keine Unterschiede feststellen. (Vgl.: Kapitel 5.6.)

Ebenso bilden die Ausführungen im Kapitel „Effektivität von Besuchen in Science Centern“ die Grundlage für die vorangestellten Hypothesen. Es wurde vorgestellt, dass der Besuch eines Science Centers einer guten Vor- und Nachbereitung bedarf. Die positive Haltung eines Lehrers wirkt sich ebenso positiv auf den Lernerfolg der Schüler aus. Es wurde dargestellt, dass zwar Lernerfolge durch Science Center zu erkennen sind, aber dennoch Zweifel in Bezug auf ihre Effektivität bestehen. Von zentraler Bedeutung sind in diesem Zusammenhang die Erinnerungshäufigkeit (Förster, 2004, S. 143). Können Schüler das erworbene Wissen nach einem Science Center Besuch erneut abrufen und auf neue Aufgabenstellungen übertragen, liegt eine positive Erinnerungshäufigkeit vor. (Vgl.: Kapitel 5.8.)

Zum anderen geht dieser Hypothesenblock aus Kapitel „Nutzung von Texten und Erklärungen in Ausstellungen (Museen und Science Centern)“ hervor. Es lässt sich zwischen den Ausstellungen mit und ohne Erklärungen oder Texten unterscheiden. Die Phänomente, die ein „puristisches Konzept“ (Schaper-Rinkel, 2002, S. 7) verfolgt und sich an Oppenheimers Grundidee orientiert, verzichtet weitgehend auf Texte und Erklärungen. Gerade im Bereich der Science Center Untersuchungen, ist es von besonderem Interesse, ob die Bereitstellung von Texten und Erklärungen genutzt wird und damit auch einen Mehrwert mit sich bringt. (Vgl.: Kapitel 5.7.)

Es wird davon ausgegangen, dass sich Mädchen intensiver mit den Beschilderungen an den verschiedenen Exponaten auseinandersetzen als Jungen, da Mädchen eine höhere Lesekompetenz und Affinität zum Lesen zugeschrieben wird.

Rieckmann (2007) schreibt, dass „Bücher und Jungen scheinen schlecht zueinander zu passen. Jungen lesen weniger zum Vergnügen als Mädchen. Und sie können weniger gut lesen als ihre Altersgenossinnen“ (Rieckmann, 2007, S. 106)

Die PISA-Studie im Jahr 2000 ergab, dass gerade „im Bereich Lesen (...) ausgeprägte Leistungsunterschiede zwischen Jungen und Mädchen“ zu erkennen sind. (Stanat u.a., 2002, S. 14) Mädchen erreichen beim Lesen in allen teilnehmenden Staaten bessere Ergebnisse. (Stanat u.a., 2002, S. 14) Zurückzuführen sei dieser geschlechtsspezifische Unterschied darauf, weil „Jungen deutlich weniger Interesse und Freude am Lesen haben als Mädchen“ (Stanat u.a., 2002, S. 14). Die Länderergebnisse der Bundesrepublik Deutschland bescheinigen weitgehend die Ergebnisse des internationalen Vergleichs. (Stanat u.a., 2002, S. 15). Die PISA-Studie 2015 zeichnete ein leicht verändertes Bild hinsichtlich der geschlechtsspezifischen Lesekompetenz. Hierzu heißt es: „Zudem verfügen Mädchen in Deutschland über eine höhere Lesekompetenz als Jungen, wobei sich dieser Geschlechterunterschied im Vergleich zu früheren Erhebungsrunden deutlich verringert hat“.⁴⁴

Der Autor geht daher davon aus, dass Mädchen die Beschilderung mehr lesen als Jungen. Die hier skizzierten Ergebnisse bilden die Grundlage, warum es im Rahmen dieser Hypothese zu einer geschlechtsspezifischen Unterscheidung kommt. Es wurde zuvor nicht explizit auf das Textverständnis bzw. Textnutzung von Mädchen und Jungen eingegangen, da es nicht zentraler Kern dieser Arbeit ist.

C. Leithypothese: Das Verhalten der Schüler in der Sonderausstellung und der Effekt hängt von verschiedenen externen Faktoren ab, insbesondere von der Art des Exponats und der Häufigkeit des Ausstellungsbesuchs.

1. Hypothese: Je unkomplizierter ein interaktives Exponat gestaltet ist, desto häufiger und intensiver wird es von den Schülern genutzt.

2. Hypothese: Ein wiederholter Ausstellungsbesuch korreliert positiv mit dem Experimentierverhalten der Schüler und zeigt sich in einer intensiveren Beschäftigung.

44

https://www.pisa.tum.de/fileadmin/w00bgi/www/Berichtsbaende_und_Zusammenfassungen/PISA_2015_Zusammenfassung_final.pdf (5.10.2019)

3. Hypothese: Im Rahmen der Nachbefragung benennen oder beschreiben Schüler vor allem Exponate, bei denen das Erfolgserlebnis am höchsten ist.

Die Hypothesen aus dem Hypothesenblock C, ergeben sich zum einen aus dem Kapitel „Interaktive Exponate in Science Center“ und zum anderen aus dem Kapitel „Effektivität von Besuchen in Science Center“. (Vgl.: Kapitel 5.5. und Kapitel 5.8.)

Interaktive Exponate bzw. Experimente haben einen positiven Einfluss auf die Beschäftigung mit den Naturwissenschaften. Das sich bereits Kinder im Vorschulalter an verschiedene Exponate nach Ablauf von max. sechs Monaten erinnern können, zeigt die Untersuchung von Lück (2003, S. 69). Um eine nachhaltige Beschäftigung mit interaktiven Exponaten zu initiieren, müssen sie einen „hohen Aufforderungscharakter“ besitzen (Englert & Kiupel, 2012, S. 142). Ein „hohes Maß an körperlicher Aktivität“ wirkt sich positiv auf die Beschäftigung aus (Wulf, 2015, S. 155).

Die Anforderung an ein „gutes Exponat“ sind breit gefächert. Von Besio (1998, S. 385) und im „Leitfaden für die Entwicklung interaktiver Exponate“ (Wissenschaft: Dialog, S. 2-3) werden verschiedene Punkte aufgeführt, welche Anforderungen gestellt werden.

Im Kapitel „Effektivität von Besuchen in Science Centern“ wurde dargestellt, wie heterogen die wissenschaftlichen Forschungsergebnisse sind. Kritische Stimme bezweifeln den Nutzen. Andere Ergebnisse belegen einen positiven Einfluss. Die Vor- und Nachbereitung eines Science Center Besuchs, Lehrer und auch das Angebot sind entscheidend für die positive Nachhaltigkeit eines Besuchs. Wichtig für eine nachhaltige Verankerung ist die spätere Einbindung in den regulären Unterricht.

Ebenso für die hier aufgestellten Hypothesen sind die Ausführungen im Kapitel „Geschlechtsspezifisches Verhalten an interaktiven Experimentierstationen“. Auf die Inhalte wurde bereits zuvor mehrfach eingegangen. (Vgl.: Kapitel 6.6.)

8.1 Forschungsdesign

Bei der vorliegenden Untersuchung erfolgt die Datenerhebung durch eine Befragung und Videobeobachtung.

Die Befragung erfolgt zu zwei verschiedenen Zeitpunkten. Die Daten wurden im Abstand von drei Monaten erhoben. Aus diesem Grund handelt es sich hierbei um ein Längsschnittdesign, da die Befragung der Schüler vor und nach dem Besuch in der Phänomenta erfolgt. Es soll überprüft werden, ob es zu einem Wissenszuwachs bei den Schülern gekommen ist. Aus diesem Grund liegt hier ein Prätest-Posttest-Design vor (Dempster & Donncha, 2017, S. 132). Zudem erfolgt die Datenerhebung schriftlich-postalisch mittels der Mindmap-Methode. Da eine große Stichprobengröße prognostiziert und erreicht werden sollte, war diese Vorgehensweise am nützlichsten (Dempster & Donncha, 2017, S. 75). Die Datenerhebung folgt damit einem quantitativen Forschungsansatz, wenn auch nicht im klassischen Sinne vorgefertigte Fragen beantwortet werden sollen.

Bei der videogestützten Beobachtung liegt ein Querschnittsdesign vor, da hier das Verhalten der Schüler zu einem Zeitpunkt erhoben wird. Die fünf Kamera in der Sonderausstellung sind verdeckt platziert, so dass von einer verdeckten Beobachtung gesprochen werden kann. (Dempster & Donncha, 2017, S. 69) Den Schülern ist nur bedingt klar, dass sie beobachtet werden. (Die Eltern mussten zuvor ihre Einwilligung geben, dass Videoaufzeichnungen stattfinden dürfen.)

8.2 Forschungsmethoden

Zur Überprüfung der vorangestellten Hypothesen wurden die Instrumente Befragung und Videobeobachtung genutzt. Die Hypothesenblöcke A und B werden mittels einer Befragung und der Hypothesenblock C wird mittels einer Videobeobachtung untersucht.

8.2.1 Befragung

Zur Befragung wurde die Mind-Map-Methode gewählt. Die Entwicklung dieser Methode geht auf Tony Buzan zurück, der sie in den 1960er Jahren erfunden hat (Buzan & Buzan, 2017, S. 15). Diese Methode wurde ausgewählt, da sie die Möglichkeit bietet, vorhandenes Wissen, Vermutungen und Gedanken uneingeschränkt darzustellen. Die Mind-Map Methode „nutzt und integriert die Fähigkeit der linken und rechten Gehirnhälfte in optimaler Weise“ (Blombach & Wibbing, 2001, S. 59). Die rechte Gehirnhälfte ist „für visuelle und akustische Gestalten, Raumorientierung, Stimulusbeziehungen und die Unterscheidung von vertraut/unvertraut zuständig“ (Oerter & Montada, 2002, S. 167). Hingegen ist die linke Gehirnhälfte „für das analytische Unterscheiden von Stimulusmerkmalen“ verantwortlich (Oerter & Montada, 2002, S. 167).

Buzan (2017) definiert die Mind-Map wie folgt:

„Die Mind-Map ist ein grafischer Ausdruck radialen Denkens. (...) Mind-Maps fangen dieses radiale Denken ein und repräsentieren es. So zeichnen sie ein externes Bild dessen, was in unserem Inneren vorgeht. Im Grunde wiederholt eine Mind-Map radiales Denken und bildet es ab“ (Buzan & Buzan, 2017, S. 61)

Bei der Mind-Map Methode wird in die Mitte eines Blattes das zu bearbeitende Thema aufgeschrieben und mit einem Kreis eingefasst. Bildlich gesprochen ist dies als ein Baumstamm anzusehen, von dem Äste und Zweige abgehen (Schaub & Zenke, 2004, S. 386). Auf der Mindmap sollten die Schüler ihr Namenskürzel, Datum, Geschlecht und Alter angeben. Über das Namenskürzel erfolgte bei der Nachbefragung die spätere Zuordnung.

Veränderungen und Ergänzungen können in einer Mindmap immer hinzugefügt werden. Eine farbliche Ausgestaltung ermöglicht es, Inhalte die als besonders wichtig erachtet werden, hervorzuheben. Zusammenhänge zwischen den einzelnen Ästen und Zweigen können durch

Pfeile kenntlich gemacht werden. Um den größtmöglichen Nutzen einer Mindmap zu erzielen, können Symbole oder Bilder eingebaut werden (Hobmair u.a., 2003, S. 151)

Der Arbeitsauftrag bei der Befragung bestand darin, dass die Schüler alles aufschreiben und/oder aufzeichnen sollten, was sie mit dem Thema „Dinosaurier“ assoziieren. Die Bearbeitungszeit sollte 10 bis 15 Minuten betragen. Diese Zeit orientierte sich an den Vorschlägen von Träbert (2006), der darstellt, wie hoch die Aufmerksamkeitslänge bei Schülern ist. Er führt aus, dass die Aufmerksamkeitsspanne bei Schulanfängern zwischen 10 bis 15 Minuten liegt. Bei Schülern zum Abschluss der Grundschule bei 20 bis 25 Minuten und bei Schülern ab ca. dem 12. Lebensjahr bei 30 Minuten (Träbert, 2006, S. 12). Darüber hinaus wurde sich bei diesem Zeitrahmen an den Empfehlungen von Schaub & Zenke (2004) orientiert, die eine Bearbeitungszeit von nicht mehr als 8 bis 10 Minuten für Mind-Maps empfehlen (Schaub & Zenke, 2004, S. 386). Zudem musste berücksichtigt werden, dass der Unterrichtsablauf nicht übermäßig gestört werden sollte. Ausgewertet werden die Daten anhand eines Assoziationsschemas, welches der Autor (unter Zusammenarbeit eines Forschungsseminars an der Europa-Universität Flensburg) selbst entwickelt hat.

Den Vorüberlegungen des Autors nach, besteht ein optimales Befragungsergebnis darin, dass bereits bei der Vorbefragung ein hohes Wissen zum Thema „Dinosaurier“ zu verzeichnen ist. Die Inhalte der Sonderausstellung sollten sich nach der Auseinandersetzung mit den interaktiven Exponaten manifestieren und bei Nachbefragung wiedergegeben werden können.

8.2.2 Beobachtung

Für die Videoaufnahmen wurden fünf analoge Camcorder genutzt. Die Camcorder wurden mit Aufnahmebändern zu jeweils 60 bzw. 90 min bestückt. Es handelte sich hierbei um Mini DV-Kassetten. Die angefertigten Videoaufnahmen mussten zum Zweck der weiteren Bearbeitung, digitalisiert werden. Hierzu verwendete der Autor ein Notebook und einen der benannten Camcorder. Sowohl Notebook als auch Camcorder verfügte über eine vierpolige FireWire-Buchse. Aus diesem Grund musste ein 4-auf-4-Kabel verwendet werden. (Quedenbaum, 2011, S. 65 ff.) Die Digitalisierung erfolgte in Echtzeit. D.h. eine Stunde Film umfasst auch eine Stunde Digitalisierung. Videobeobachtungen ermöglichen es, dass das Experimentierverhalten an den interaktiven Stationen relativ unbemerkt durchgeführt und später intensiv ausgewertet werden kann. Die Auswertung erfolgte Anhand des Analyseinstruments zur Lernintensität von Barriault (1999) und deren Erweiterungen durch Schließmann (2005) und Wulf (2015) und Steuer (2019).

8.3 Ablauf der Untersuchung

Die Daten der vorliegenden Arbeit wurden mittels einer Befragung und Videobeobachtung erhoben. Die Beschreibung der beiden Methoden erfolgt in den nachfolgenden Abschnitten. Die Untersuchung erstreckte sich über den Zeitraum September 2010 bis April 2011.

Schulklassen melden i.d.R. ihren Besuch bei der Phänomenta an. Nach Rücksprache mit der Phänomenta-Leitung wurden die Anmeldedaten genutzt, um mit den entsprechenden Schulen bzw. Lehrern Kontakt aufzunehmen. Die Auswahl der untersuchten Klassen wird im Kapitel „Methodik: Auswahl der untersuchten Klassen“ beschrieben. Die Kontaktaufnahme erfolgte per Email oder Telefonat. Nach der Teilnahmezusage erhielten die Lehrer einen Klassensatz Befragungsbögen, welche die Schüler bearbeiten sollten. Zuzüglich zur Befragung fanden während des Besuchs in der Phänomenta noch Videoaufzeichnungen in der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ statt. Auf die Sonderausstellung wird im Kapitel „Methodik: Die Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier““ eingegangen. Der Zeitraum zwischen Vor- und Nachbefragung betrug drei Monate. Die nachfolgende Grafik verdeutlicht den Aufbau der Untersuchung.



Abbildung 19: Aufbau der Untersuchung

Der zeitliche Umfang von drei Monaten orientierte sich an den Ausführungen von Kuntz-Brunner (2008), wonach Besucher von Science Centern noch nach vier Monaten die gemachten Beobachtungen genau beschreiben sowie erklären können (Kuntz-Brunner, 2008, S. 11). Eine Vorbefragung vor den Sommerferien 2010 wurde nicht in Betracht gezogen. Gründe hierfür sind zum einen der Schulwechsel bei den Grundschulen und zum anderen Klassenwechsel bei den weiterführenden Schulen und ggf. der damit oft verbundene Lehrerwechsel. Die Sommerferien 2010 endeten überwiegend im August und September 2010. D.h. die ersten Anfragen zur Teilnahmebereitschaft bei den Lehrern konnten auch erst Mitte oder Ende August

erfolgen. Die ersten Teilnahmebereitschaften ergaben sich im September 2010. Aus diesem Grund wurde ab September mit der Datenaufnahme begonnen. Die Sommerferien 2011 begannen im Juni bzw. Juli. D.h. der letzte Monat, in dem die Befragungen und Videoaufzeichnungen stattfinden konnten, war der April. Es musste gewährleistet sein, dass die Nachbefragung nicht nach den Sommerferien stattfand, um dem Schuljahreswechsel aus den oben genannten Gründen zu entgehen. Der Zeitraum zwischen der Vorbefragung und dem Besuch in der Phänomenta musste etwas variabel gehandhabt werden, da es nicht möglich war, Teilnahmebereitschaften, Rückmeldungen und Bedenkzeit bei allen Klassen auf einen genauen Zeitraum zu begrenzen. Nachdem die Vor- und Nachbefragung abgeschlossen war, erfolgte die Auswertung der Arbeitsbögen und Videoaufzeichnungen.

8.4 Auswahl der untersuchten Klassen

Im Kapitel „Aufbau der Untersuchung“ wurde bereits beschrieben, wie die Kontaktaufnahme zu den Schulen bzw. Lehrern stattgefunden hat. Im nachfolgenden Abschnitt werden drei Voraussetzungen beschrieben, nach denen die Klassenauswahl erfolgte.

1. Voraussetzung:

Es wurden nur Schulklassen aus der Bundesrepublik Deutschland untersucht. Ein internationaler Vergleich wurde nicht durchgeführt, um Barrieren in den unterschiedlichen Schulsystemen der Nationalstaaten zu umgehen.

2. Voraussetzung:

Es wurden nur Klassen aus Schleswig-Holstein, Hamburg und Niedersachsen befragt. Grundlage hierfür bildete eine computergestützte Befragung von Wulf (2015), die zeigte, dass die meisten Besucher aus den oben genannten Bundesländern kamen (69,6% der befragten Besucher) (Wulf, 2015, S. 80). Ebenso sollten die Variationen in den einzelnen Schulsystemen der Bundesländer möglichst geringgehalten werden.

3. Voraussetzung:

Nur Klassen der Primar- und Sekundarstufe I wurden untersucht. Eine Untersuchung in der Sekundarstufe II wurde nicht in Betracht gezogen, da ab der 11. Jahrgangstufe eine Gliederung in Grund- und Leistungskurse durchgeführt wird. Studien legen dar, dass „(...) schon Grundschüler [Erst- und Zweitklässler] die Fähigkeit zu wissenschaftlichem Denken besitzen, wenn man Hypothesen über einfache Sachverhalte vorgibt und sie zwischen zwei Prüfmethode wählen lässt“ (Oerter & Montada, 2002, S. 486). Darüber hinaus wurde berücksichtigt, dass die Sonderausstellung konzeptionell auf die vierten bis zehnten Klassen ausgerichtet war.

8.5 Die Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“

Gegenstand der Untersuchung bildete die Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ in der Phänomenta Flensburg. Die Ausstellung wurde am 25.6.2010 von Professor Christian (Institut für Biologie und Sachunterricht und ihre Didaktik, Europa-Universität Flensburg), Herrn Dr. Kiupel (Institut für Physik und Chemie und ihre Didaktik, Europa-Universität Flensburg) und Herrn Englert (Geschäftsführer der Phänomenta Flensburg) eröffnet. Die Konzeption der Ausstellung erfolgte durch Professor Christian, Dr. Kiupel und Herrn Englert.

Die Ausstellung umfasste 15 Exponate. Im Rahmen dieser Arbeit wurden 14 Exponate untersucht. Damit sollte dem Übergewicht von Pendelversuchen entgegengewirkt werden. Im weiteren Verlauf werden die Exponate im Einzelnen vorgestellt. Die Ausstellung war in einem Erdgeschossraum untergebracht, der sich in zwei Ebenen unterteilte. Von den 14 Exponaten waren zwölf Exponate entlang der Wände platziert. Auf der ersten Ebene war in der Mitte des Raumes, das Modell eines Tyrannosaurus-Rex (1914) und auf der zweiten Ebene das Exponat „Viel Kraft im Hals“ (1909) aufgebaut. Die nachfolgenden zwei Darstellungen zeigen den Aufbau der ersten und zweiten Ebene.

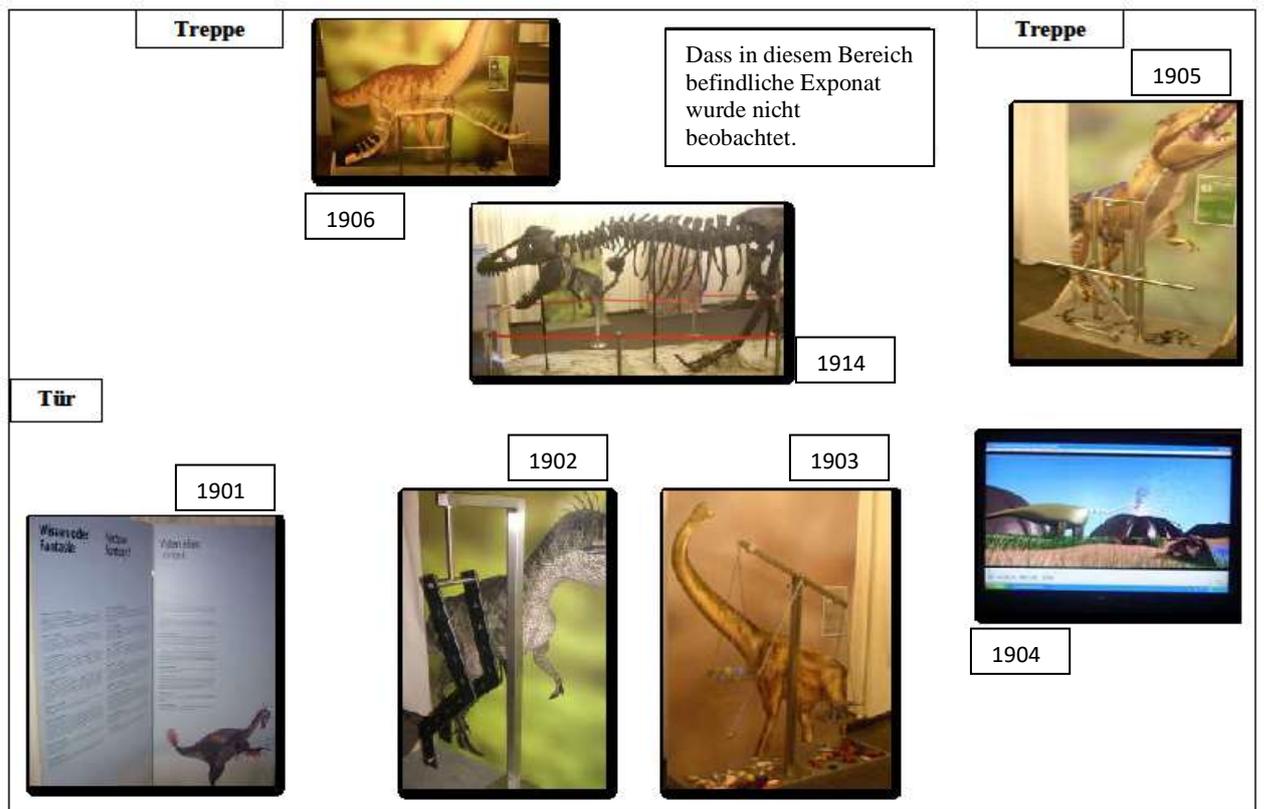


Abbildung 20: Position der Ausstellungsobjekte / erste Ebene

1901 Wissen oder Fantasie

1902 Beine als Pendel

1903 Gewaltige Masse

1904 Halsbewegung (Computeranimation)

1905 Stabiler Stand

1906 Das Tragesystem des Rumpfes

1907 Wenn du schwer wie T-Rex wärst

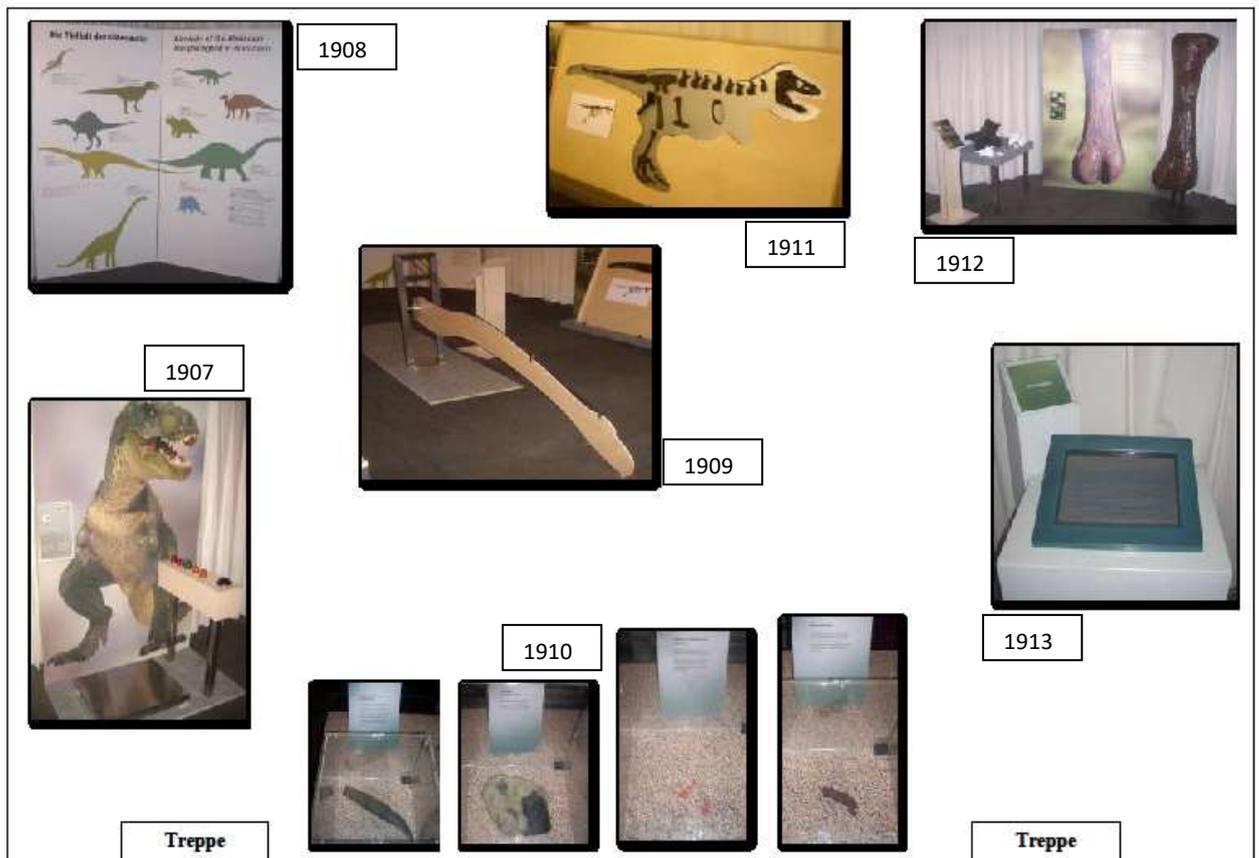


Abbildung 21: Position der Ausstellungsobjekte / zweite Ebene

1908 Die Vielfalt der Dinosaurier

1909 Viel Kraft im Hals

1910 Ausstellungsstücke

1911 3D Puzzle

1912 Gewaltige Größe

1913 Dinolexikon

1914 T-Rex Modell

8.5.1 Die interaktiven Exponate

Die Exponate der Sonderausstellung und die Exponate der regulären Ausstellung grenzen sich in der Art ihrer Gestaltung ab. Die Exponate der Sonderausstellung besaßen bedruckte Rückwände auf denen Dinosaurier-Motive o. ä. zu sehen waren, wo hingegen in der regulären Ausstellung eine Gestaltung in Grautönen vorherrscht. Zudem wurden dem Besucher, anders als in der regulären Ausstellung, kurze Erläuterungen zum Exponat oder Ausstellungsstück angeboten.

Die Proportionen waren so ausgelegt, dass sie von Schülern bedient werden konnten. Die interaktiven Exponate waren wie folgt gestaltet.

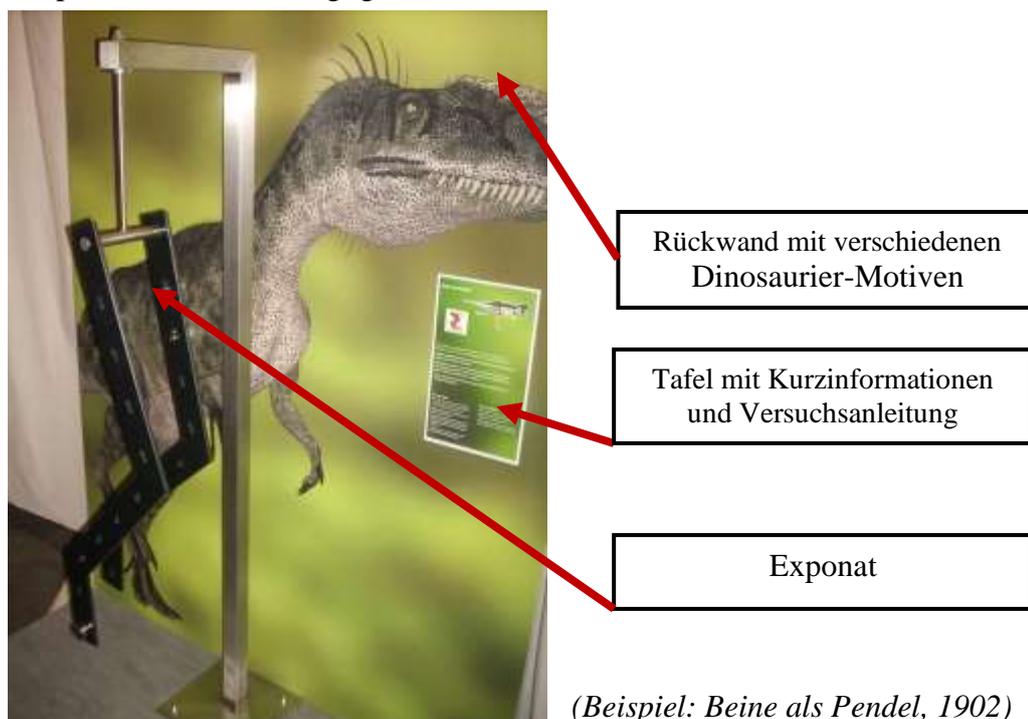


Abbildung 22: Beispiexponat: Beine als Pendel

Die anschließende Darstellung der Texte, Informationen, Beschreibungen, Anleitungen, etc. beruhen auf Ideen von Professor Christian, Dr. Kiupel und Dr. Dzemski der Europa- Universität Flensburg als auch auf Ideen der Phänomenta Flensburg. Die Schemazeichnungen wurden vom Autor selbst angefertigt. Bei den Texten handelt es sich um Abschriften der Originaltexte. Sie werden kursiv dargestellt.

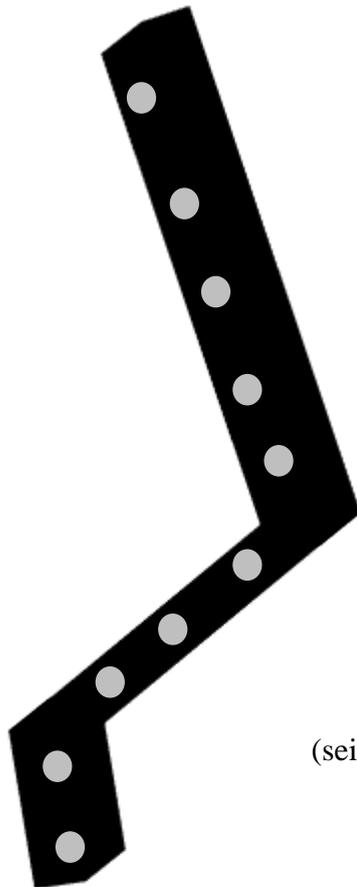
Wissen oder Fantasie (1901)

An dieser Informationstafel erhielten die Besucher der Ausstellung Informationen über das Aussehen, Verhaltensweisen, Sozialverhalten und zum Aussterben der Dinosaurier sowie über das Ernährungsverhalten der Dinosaurier.

Beine als Pendel (1902)

„Beim Gehen schwingen die Beine eines Tieres ähnlich wie Pendel. Die Form der Beine beeinflusst das Pendelverhalten.

Bringe zusätzliche Massen an das eine Bein an und lasse die Beine um die Wette pendeln. Betrachte die Beine von Menschen und Tieren. Wo befinden sich massige Muskeln? Kannst Du die Lage der Muskeln mit Deinen Versuchsergebnissen erklären? In der Phänomena kannst du noch andere Experimente zu Pendeln entdecken.“



(seitliche Vorderansicht eines Beins)

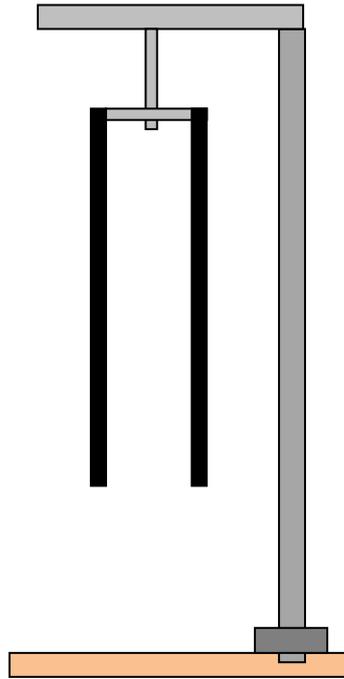


Abbildung 23: Schemazeichnung zum Exponat "Beine als Pendel"

Gewaltige Masse (1903)

„Die massigsten und schwersten Landtiere, die je die Erde bevölkert haben, waren Sauropoden. Fülle die Waagschale mit Tieren und Gegenständen auf, bis das Gewicht des Sauropoden ausgeglichen ist. Schätze das Gewicht des Sauropoden und vergleiche es mit dem Gewicht.“

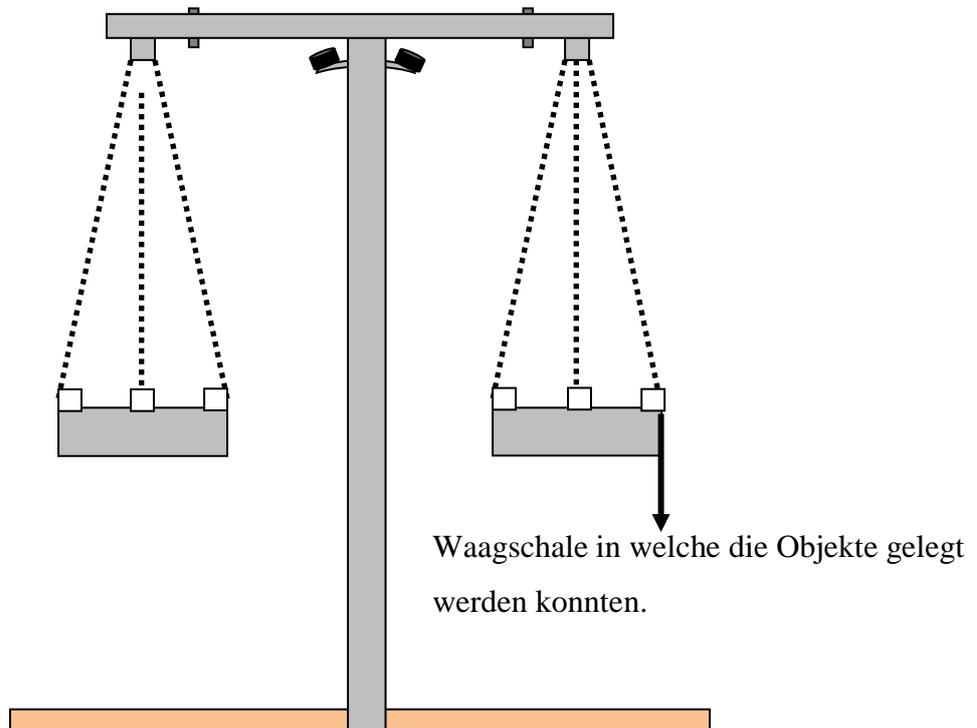


Abbildung 24: Schemazeichnung zum Exponat "Gewaltige Masse"

Die nachfolgende Aufstellung gibt die Gegenstände, ihre Anzahl, ihre Gewichte (gemessen in g) und den Hersteller an.

Objekt	Anzahl	Spielzeuggewicht (g)	Angabengemäß	Hersteller
Apatosaurus	1	984	Amazon	Schleich D7532
Rettungswagen	2	499	Amazon	Siku 2108
Gelenkbusse	6	100	Amazon	Park / Ride, Siku 1617
Autos	9	50	Amazon	VW Golf VI 2.0 TDI Siku
große Schweine (Sau)	7	49	eigene Messung	unbekannt
kleine Schweine (Ferkel)	5	12	Eigene Messung	unbekannt
große Kühe (Kuh)	5	60	eigene Messung	unbekannt
kleine Kühe (Kälber)	2	27	eigene Messung	unbekannt
Pferde	6	60	eigene Messung	unbekannt

Abbildung 25: Übersicht zu verschiedenen Gewichten (gemessen in g)

In der nachfolgenden Graphik wird dargestellt, in welchem Verhältnis der Dinosaurier und die genannten Gegenstände zu einander hätten stehen müssen, um ein Gleichgewicht (gemessen in g) herzustellen.

Objekt	Spielzeuggewichte (g)	Gegengewichte (in Stück)
Apatosaurus	984	
Rettungswagen	499	2
Gelenkbusse	100	10
Autos	50	20
große Schweine (Sau)	50	20
kleine Schweine (Ferkel)	12	82
große Kühe (Kuh)	60	16
kleine Kühe (Kälber)	27	36
Pferde	60	16

Abbildung 26: Übersicht zu den Ausgleichsgewichten beim Exponat

Die gleiche Gegenüberstellung wird auch in der folgenden Aufstellung durchgeführt. Hier werden jedoch die realen Gewichte (gemessen in kg) einander gegenübergestellt.

Objekt	reales Gewicht (kg)	Gegengewichte (in Stück)
Apatosaurus	33000	
Rettungswagen	2500	13
Gelenkbusse	15000	2
Autos	1300	25
große Schweine (Sau)	273	121
kleine Schweine (Ferkel)	1,5	22000
große Kühe (Kuh)	650	51
kleine Kühe (Kälber)	150	220
Pferde	600	55

Abbildung 27: Übersicht zu den Ausgleichsgewichten gemessen an realen Gewichten

Die Gewichtsangaben beziehen sich bei den Schweinen auf die Landrasse, bei den Kühen auf die Schwarzbunte (Sambraus, 1986, S. 33 & 281). Bei den Pferden wurde der Durchschnitt verschiedener Nutzpferde ermittelt. Bei den Gegenständen wurde auf die Angaben der Händler zurückgegriffen.

Vergleicht man beide Aufstellungen, so ist zu erkennen, dass die Proportionen bei den Spielzeugen nicht übereinstimmen. Diese fehlende Übereinstimmung wurde von den Schülern im Rahmen der Untersuchung angemerkt. Bei diesem Exponat soll lediglich das Phänomen dargestellt werden.

Halsbewegung (1904)

Hierbei handelte es sich um eine Computeranimation, in der die Halsbewegung eines Sauropoden dargestellt wurde (nach einer Idee von Dr. Dzemski).

Stabiler Stand (1905)

„Muskeln und Sehnen bestimmen die Stellung der Gelenke. Kannst du die Bänder so anbringen, dass das Modellbein eine natürliche Haltung einnimmt? Mit anderen Verspannungen lassen sich verschiedene Beinstellungen erzeugen“.

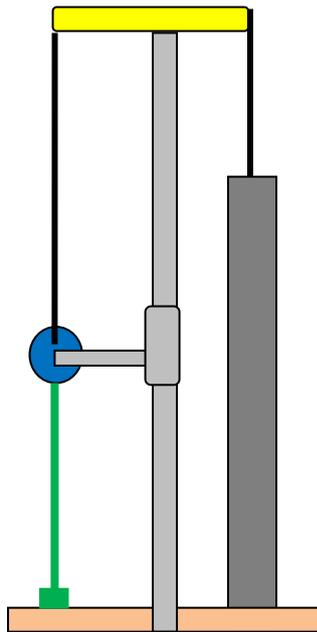


Abbildung 28: Schemazeichnung zum Exponat „Stabiler Stand“ (Seitenansicht)

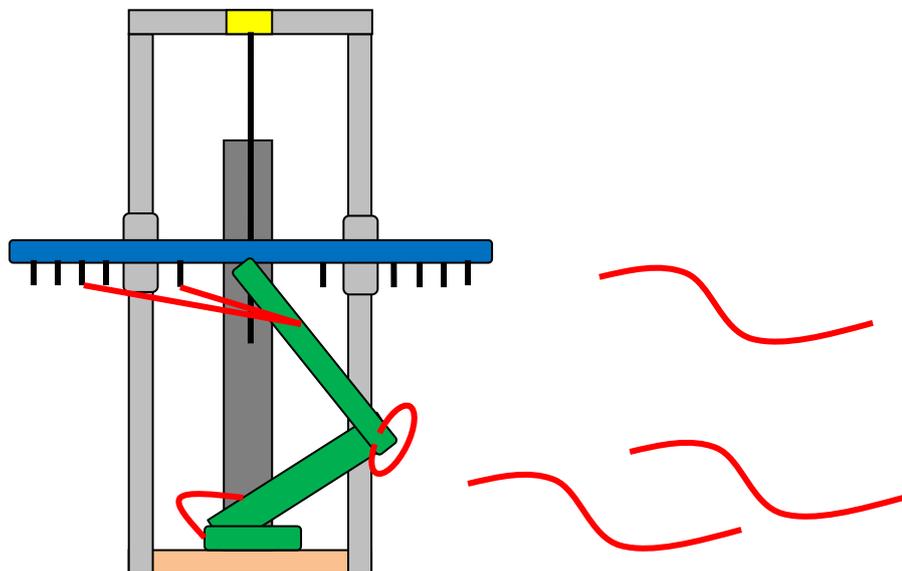


Abbildung 29: Schemazeichnung zum Exponat „Stabiler Stand“ (Vorderansicht)

Das Tragesystem des Rumpfes (1906)

„Man kann sich die Konstruktion eines vierbeinigen Landwirbeltieres wie eine Hängebrücke vorstellen. Die Seile der Brücke entsprechen den Muskeln, Sehnen und Bändern des Tieres, die entlang der Wirbelsäule verlaufen. Befestige die Bänder so am Modell, dass der Hals und der Schwanz nicht durchhängen. Kannst Du durch Veränderungen in der Verspannung andere Körperhaltungen erzeugen.“

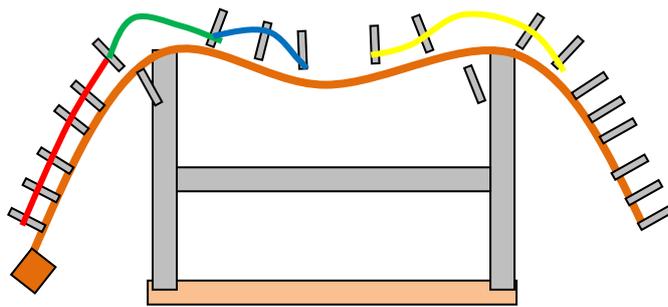


Abbildung 30: Schemazeichnung zum Exponat "Das Tragesystem des Rumpfes" (Seitenansicht)

Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst... (1907)

„Wie schwer wäre dann ein Mensch? Drücke auf den schwarzen Knopf, um das Gewicht des Menschen im Vergleich zum T-Rex einzustellen. Die wirklich großen Dinosaurier wurden bis zu 10 x schwerer als der T-Rex (nach einer Idee von Dr. Kiupel)“.

Die Vielfalt der Dinosaurier (1908)

An dieser Station erhielten die Besucher Informationen über die wissenschaftlichen Namen der Dinosaurier, die Bedeutung des wissenschaftlichen Namens, die Körperlänge, Ernährungsweise und die Periode ihres Auftretens während der Erdgeschichte. Es wurden der *Petranodon* (Flugsaurier), *Tyrannosaurus*, *Spinosaurus*, *Diplodocus*, *Brachiosaurus*, *Stegosaurus*, *Apatosaurus*, *Triceratops*, *Parasaurolophus* und *Plateosaurus* vorgestellt.

Viel Kraft im Hals (1909)

„Um einen langen Hals halten und bewegen zu können, ist sehr viel Kraft erforderlich. Teste für verschiedene Halsstellungen, wie viel Kraft zum Halten des Halses erforderlich ist.

Wie wirkt sich die Lage des Bandes auf die Kraft aus?“

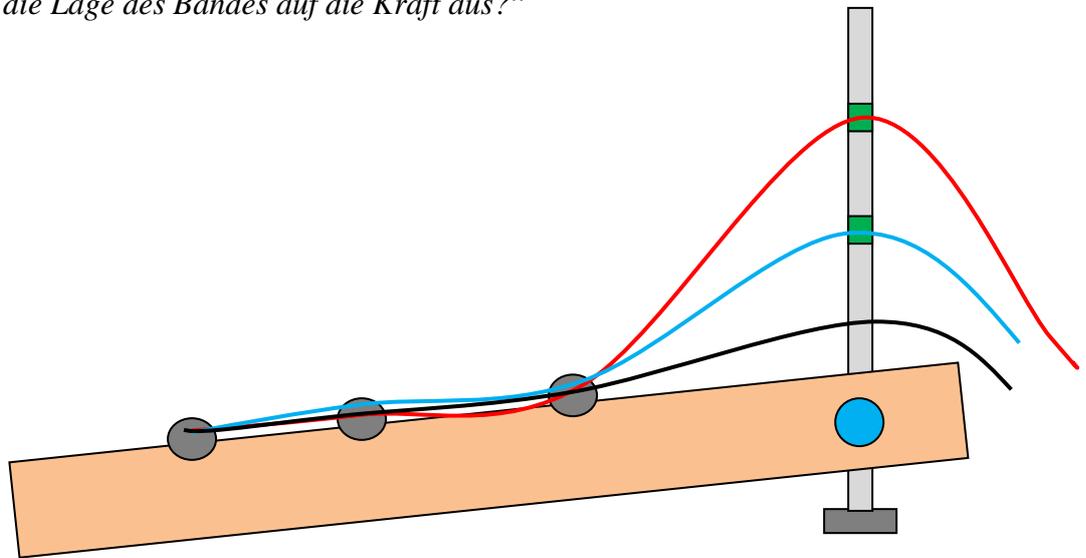


Abbildung 31: Schemazeichnung zum Exponat "Viel Kraft im Hals" (Seitenansicht)

Ausstellungsstücke (1910)

Die Besucher konnten anhand verschiedener Fossilien (Abgüsse, Modelle und Originale), die mit kurzen Beschreibungen versehen waren, Informationen erhalten. Es waren der Abguss des Zahns eines Tyrannosaurus, versteinerte Iguanodon-Knochen, versteinerte Dinosaurier-Eier, Modelle von Embryonen, Krallen von Allosaurus und Raptoren und Dinosaurierkot ausgestellt. (Leihgaben vom Dinosaurierpark Münchenhagen).

3D-Puzzle (1911)

„Kannst Du die Elemente an der magnetischen Tafel zusammenfügen? Vergleiche die Form der verschiedenen Knochen. Worin könnten die Unterschiede begründet sein? Welche Bewegungen erlauben die Gelenke?“

Gewaltige Größe (1912)

„Einige Sauropoden konnten über 30 Meter lang werden. Die Höhe des Körpers konnte vermutlich bis zu 18 Meter erreichen. Entsprechend groß waren auch einzelne Knochen. Vergleiche Deine Knochen und die der anderen Lebewesen mit den Knochen eines Sauropoden (Langhalsdinosaurier). Weshalb haben einige Knochen eine komplizierte, andere eine eher einfache Form.“

Ausgestellt wurden bei dieser Station Halswirbel eines Kamels, einer Giraffe, eines Straußes, eines *Diplodocus*, ein menschlicher Halswirbel und das Modell eines sehr großen Oberschenkelknochens eines Sauropoden.

Dinolexikon (1913)

Das Dinolexikon war wie eine Powerpoint Präsentation aufgebaut, die per Touchpad bedient wurde. Auf der Startseite wurde dem Besucher eine kurze Übersicht zum Thema Dinosaurier geboten. Sie trug die Überschrift „Wer waren die Dinosaurier? Finde mehr über die Vielfalt und das Leben der Dinosaurier heraus“. Die Begriffe „Erdmittelalter, Aussterben, Aussehen, Lebensweise, Vielfalt, Rekorde, Fleischfresser und Pflanzenfresser“ wurden auf der Startseite rot unterlegt. Mit einem Klick auf den entsprechenden Begriff wurde der Besucher weitergeleitet und erhielt die gewünschten Informationen.

T-Rex Modell (1914)

In der Mitte der Ausstellung befand sich eine lebensgroße Nachbildung eines Dinosaurierskelett (von Dr. Dzemski). Es wurde durch Metallstützen gehalten und ermöglichte den Besuchern die Dimensionen des Tieres zu erfassen.

8.5.2 Klassifizierung der Exponate

Als Begründer der Phänomenta Flensburg ordnet Fiesser (1990) die Exponate der Phänomenta in sieben Kategorien (Fiesser, 1990, S. 96-97). In der nachfolgenden Grafik werden die sieben Kategorien vorgestellt. Gleichzeitig werden die Exponate der Sonderausstellung diesen Kategorien zugeordnet.

Nr.	Kategorie Beschreibung	Exponate der Sonderausstellung
1	Schule der Sinne, Förderung von Wahrnehmungsmöglichkeiten, Experimente im Sinne von Kükkelhaus.	
2	Spielzeuge mit ästhetischer Qualität, die der Ruhe und Besinnung dienen. Das Nachdenken über einen Prozess steht dabei im Hintergrund.	
3	Quantifizieren des eigenen Körpers und der Sinneswahrnehmung.	
4	Täuschung der Wahrnehmung	
5	Experimente, die einen physikalischen Begriff materialisieren, die naturwissenschaftliche Zusammenhänge darstellen und bei denen Parameter verändert werden können. Kurz: Schule des Denkens	Beine als Pendel (1902) Gewaltige Masse (1903) Stabiler Stand (1905) Das Tragesystem des Rumpfes (1906) Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst... (1907) Viel Kraft im Hals (1909) 3D – Puzzle (1911)
6	Exponate, die nicht interaktiv sind. Sie dienen der Darstellung seltsamer Effekte, ohne vom Besucher beeinflusst werden können.	
7	Sonstige Stationen	Wissen oder Fantasie (1901) Halsbewegung (1904) Die Vielfalt der Dinosaurier (1908) Ausstellungsstücke (1910) Gewaltige Größe (1912) Dinolexikon (1913) T-Rex Modell (1914)

Abbildung 32: Exponatklassifizierung nach Fiesser (1990), Wulf (2015) und Steuer (2019)

Die obenstehende Graphik zeigt, dass sich die Exponate der Sonderausstellung nur den Kategorien 5 und 7 zuordnen lassen. Diese Kategorisierung reicht nicht aus, um die Exponate in ihrer vollen Bandbreite darzustellen. In ihren Vorarbeiten sind Wulf (2015) und Steuer (2018) zur Erkenntnis gelangt, dass sich die Exponate in zwei Unterkategorien einteilen lassen (Wulf, 2015, S. 68). Nachfolgend werden beide Unterkategorien beschrieben.

1. Kategorie - Passiv

Es wurde dem Besucher die Möglichkeit geboten, anhand von Ausstellungsstücken und Schautafeln sowie einem computergestützten Lexikon Informationen zu erhalten. Sie besitzen einen eher musealen Charakter.

2. Kategorie- Aktiv

Es standen dem Besucher Exponate zu Verfügung, mit denen er sich aktiv auseinandersetzen konnte, um Ziel und Zweck des Exponats zu erkennen und zu verstehen.

Nr.	Kategorie	Bezeichnung	Beschreibung	Exponat
1	Passiv	Anschauungsobjekte	Zu den Anschauungsobjekten zählen alle Stationen, bei denen die Besucher lediglich passiv Informationen aufnehmen können. Die Objekte sind ggf. mit kurzen Beschreibungen versehen.	Halsbewegung Ausstellungsstücke Skelett Gewaltige Größe
2		Informationstexte	Dieser Kategorie umfasst alle Stationen, bei denen der Besucher ausschließlich durch lesen Informationen erhält.	Wissen oder Fantasie Die Vielfalt der Dinosaurier Dino-Lexikon

	Kategorie	Bezeichnung	Beschreibung	Exponat
3	Aktiv	Simple interaktive Exponate	Zu den simplen interaktiven Exponaten werden alle gezählt, bei denen die Handhabung als auch das Ziel schnell zu erkennen sind. Die Variationsmöglichkeiten sind auf wenige Handlungsschritte beschränkt.	Gewaltige Masse Viel Kraft im Hals 3D Puzzle
4		Variable interaktive Exponate	Zu dieser Kategorie zählen alle Exponate, bei denen das Phänomen und das Ziel erst durch gezieltes Verändern von Parametern zu erkennen ist.	Pendelbeine Wenn du schwer wie ein T-Rex wärst...
5		Komplexe interaktive Exponate	Bei diesen Exponaten ist eine intensive Beschäftigung notwendig. Es gibt viele Variationsmöglichkeiten, durch die man das Ziel des Exponats erreichen kann.	Stabiler Stand Das Tragesystem des Rumpfes

Abbildung 33: Exponatklassifizierung nach Wulf (2015) und Steuer (2019)

8.6 Beobachtungen in der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“

Während des Besuchs der Schulklassen in der Phänomenta wurden die zuvor befragten Schüler mittels **Videoaufzeichnungen** in der Sonderausstellung beobachtet. Die Besucher wurden durch einen Aushang über die Videoaufzeichnungen informiert. Vor der Hauptuntersuchung wurden in der Ausstellung von Juli bis August Probeaufnahmen durchgeführt, um Beobachtungswinkel und Kamerapositionen zu testen und festzulegen. Die Beleuchtung der Ausstellung erfolgte größtenteils über Kunstbeleuchtung. Ein natürlicher Lichteinfall erfolgte nur im Eingangsbereich. Zwei Probleme ergaben sich bei der Positionierung der Kameras. Zum einen sollten die Kameras möglichst unauffällig aufgestellt werden, um das Experimentierverhalten nicht zu stören. Zum anderen mussten die Kameras leicht zugänglich

sein, um die Aufnahmebänder wechseln zu können. Diese Schwierigkeit ergab sich dadurch, dass für die Aufnahmen keine digitalen Kameras zur Verfügung standen. Für die Aufnahmen wurden fünf analoge Kameras verwendet, die jeweils mit einem Aufnahmeband (Laufzeit 60 oder 90 min.) bestückt wurden. Schwierigkeiten bei den Videoaufzeichnungen ergaben sich vor allem dadurch, dass Videobänder rissen oder die Kameras von Schülern aus- oder verstellt wurden. Nachdem die Testaufnahmen abgeschlossen waren, wurden in der Ausstellung fünf Camcorder installiert, mit deren Hilfe der gesamte Raum gefilmt werden konnte. Der Raum, in dem die Sonderausstellung untergebracht war, teilt sich in zwei Ebenen. Die nachfolgende Übersicht zeigt die Kameraposition (Kamera 1 bis Kamera 5) und die dazugehörigen Blickwinkel.

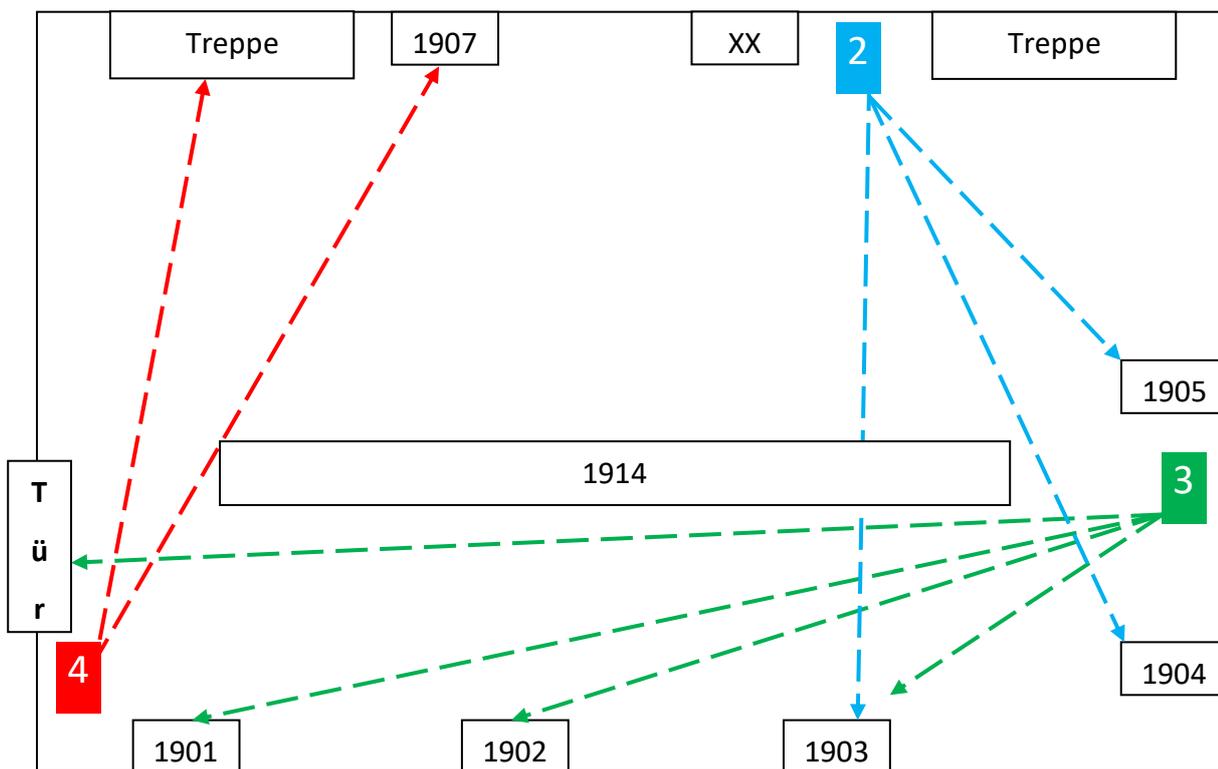


Abbildung 34: Kamerapositionen in der ersten Ausstellungsebene

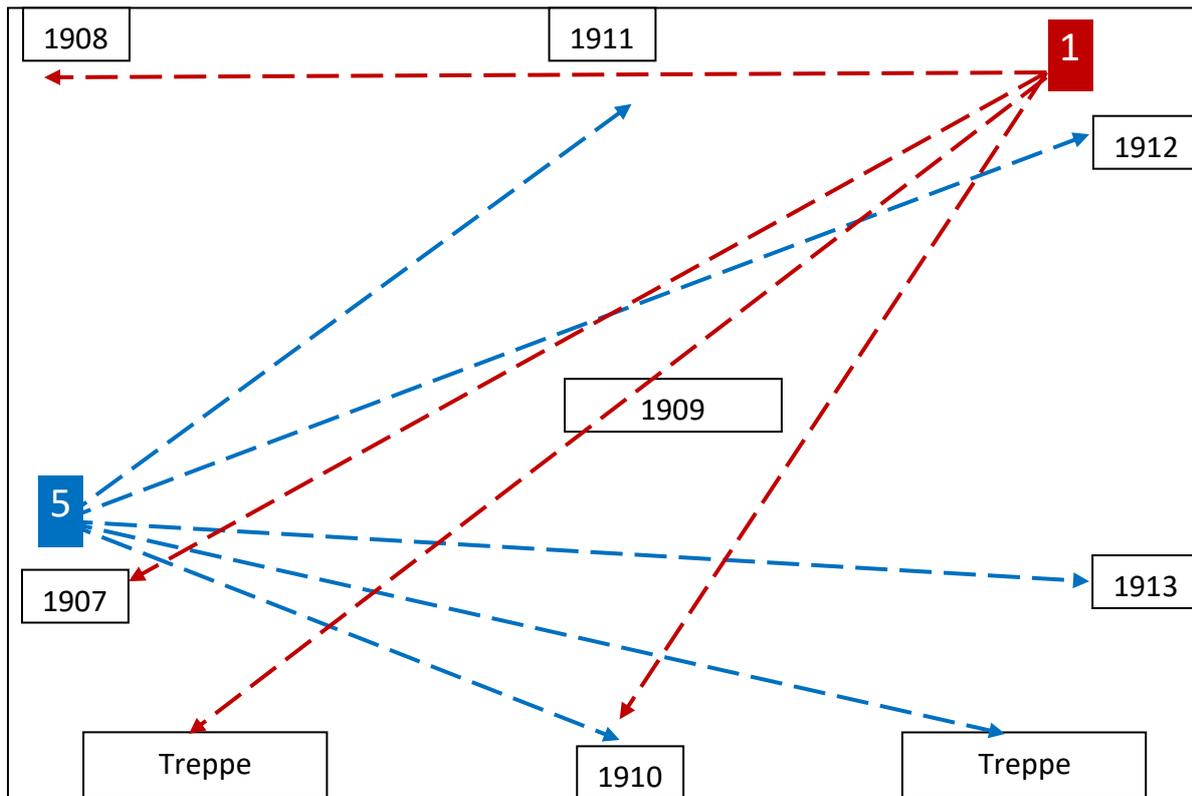


Abbildung 35: Kamerapositionen in der zweiten Ausstellungsebene

Die Nummern 1901 bis 1914 kennzeichnen die einzelnen Exponate der Sonderausstellung. Die Nummern eins bis fünf kennzeichnen die Positionen der Kameras. Die Position „XX“ bei Kamera zwei, zeigt ein Exponat welches nicht beobachtet wurde.

Die „Identifizierung“ der Schüler, die einzeln beobachtet werden sollten, erfolgte durch verschiedene Kleidungsmerkmale. Dieses „Identifizierungsverfahren“ bewährte sich während der Datenerhebung als effizient. Soweit die Aufnahmen verwendet werden konnten, konnten auch alle Schüler erkannt werden.

Die Sonderausstellung wechselte während der gesamten Ausstellungszeit nicht den Raum in der Phänomenta Flensburg. Somit waren über die gesamte Zeit der Videobeobachtungen die gleichen Bedingungen vorhanden. Ebenso wechselten während der Datenerhebung die Positionen der Kameras nicht.

Das Ziel dieser Beobachtung bestand darin, das Beschäftigungsverhalten der Schüler an den Exponaten zu dokumentieren und anschließend anhand von festgelegten

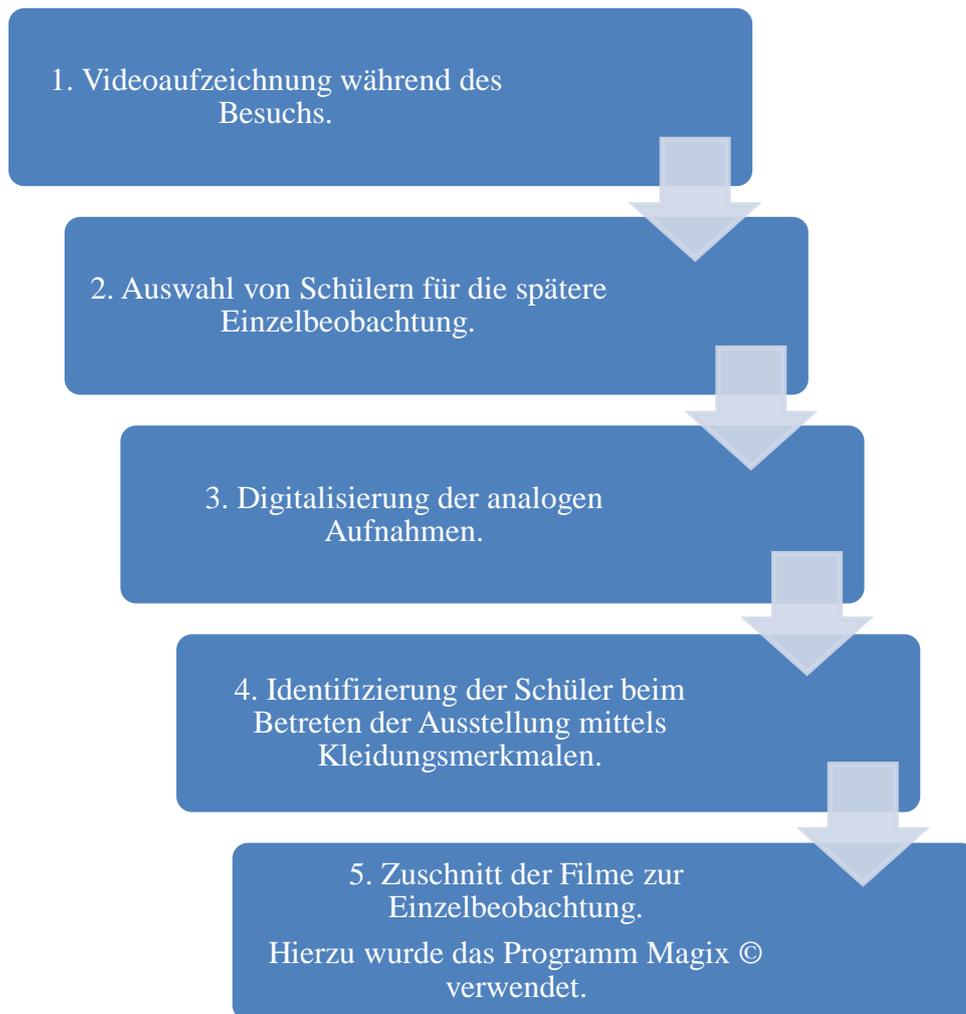


Abbildung 36: Ablauf der Videoanalyse

Beschäftigungskategorien auszuwerten. Auf die Grundlagen und Weiterentwicklungen der verwendeten Beschäftigungskategorien wird an späterer Stelle näher eingegangen. In der nachfolgenden Übersicht ist der Bearbeitungsverlauf eines Klassenbesuchs abgebildet.

8.7 Befragung

Im Rahmen dieser Arbeit wurden zur Datenerhebung drei Befragungen durchgeführt. Zum einen die Hauptbefragung, die sich in eine Vor- und Nachbefragung gliederte. Zum anderen wurde eine Kurzzeitbefragung durchgeführt.

8.7.1 Vorbefragung

Das Ziel der Hauptbefragung bestand darin, alle Assoziationen zu sammeln, welche die Schüler mit dem Thema „Dinosaurier“ in Verbindung bringen. Die Befragung wurde bewusst offengehalten und erfolgte mittels der Mind-Map Methode.

8.7.2 Kurzzeitbefragung und Einzelbeobachtung

Pro Klasse wurden jeweils zwei Jungen und zwei Mädchen mithilfe von Videoaufzeichnungen einzeln beobachtet. Diese Schüler bildeten zugleich die Grundlage für die „Kurzzeitbefragung“. Diese vier Schüler bekamen nachdem Besuch in der Phänomenta einzeln die Frage gestellt, an welche drei Exponate sie sich spontan erinnern könnten. Für die Beantwortung wurde ihnen nur wenig Zeit⁴⁵ eingeräumt. Das Ergebnis dieser Befragung wird in der nachfolgenden Arbeit als „Kurzzeitbefragung“ bezeichnet und im gleichnamigen Abschnitt dargestellt.

Die untere Übersicht zeigt die Datenlage zu den Einzelbeobachtungen.

⁴⁵ Der Zeitraum „wenig Zeit“ kann in dem Sinne definiert werden, dass der Schüler höchstens eine Minute Zeit bekam. Zudem mussten die situationsbedingten Umstände, wie z.B. Lautstärke, allgemeines Klassenverhalten, Kooperationsbereitschaft der Lehrer etc. berücksichtigt werden.

Einzelbeobachtungen	Anzahl
Schüler (insgesamt)	73
Mädchen	37
Jungen	36
<i>davon Grundschüler</i>	29
<i>davon Gymnasiasten</i>	14
<i>davon Schüler der Regional-, Gemeinschafts- und Gesamtschulen</i>	30

Abbildung 37: Datenübersicht zur Einzelbeobachtung und Kurzzeitbefragung

8.7.3 Nachbefragung

Drei Monate nach der Vorbefragung erfolgte die Nachbefragung. Nachdem die Nachbefragung abgeschlossen war, ergaben sich zwei Probleme:

1. Die Unterlagen wurden nicht zurückgesandt.
2. Schülerbögen der Vor- und Nachbefragung konnten einander nicht zugeordnet werden (fehlende Namen, etc.).

Entsprechend wurde der Datensatz in vier Gruppen unterteilt. Die nachfolgende Graphik zeigt die Aufteilung des Datensatzes.

Gruppe	Beschreibung
1	Schulklassen, bei denen Vor- und Nachbefragung vorlagen und Videoaufzeichnungen durchgeführt werden konnten.
2	Schulklassen, bei denen Vor- und Nachbefragung durchgeführt wurde, aber keine Filmaufnahmen stattfanden.
3	Schulklassen, bei denen die Bögen der Vor- und Nachbefragung den einzelnen Schülern nicht zugeordnet werden konnten.
4	Schulklassen, bei denen der Rücklauf der Nachbefragung ausblieb.

Abbildung 38: Datensatzbeschreibung

Die Datengruppen drei und vier werden als Datenverluste eingestuft und im Rahmen dieser Arbeit nicht weiterverwendet. Den verbleibenden Ausgangsdatensatz (Gruppe eins und zwei) zeigt die nachfolgende Aufstellung.

Ausgangsdatensatz	Anzahl	befragte Schüler
Klassen	37	777
Grundschule	20	420
Sekundarstufe I	17	357
<i>(davon Regionalschulen, Gesamtschulen, Gemeinschaftsschulen)</i>	10	187
<i>(davon Gymnasien)</i>	7	170

Abbildung 39: Übersicht zum Ausgangsdatensatz

Der Ausgangsdatensatz setzt sich aus Klassen mit und ohne Filmaufnahmen zusammen. Die nachfolgende Übersicht verdeutlicht die Zusammensetzung. Die Übersicht zeigt, dass insgesamt 14 Klassen ohne Filmaufnahmen und 23 Klassen mit Filmaufnahmen zur Verfügung standen.

Primarstufe		Sekundarstufe I	
ohne Filmaufnahmen	mit Filmaufnahmen	ohne Filmaufnahmen	mit Filmaufnahmen
11	9	3	14
		<i>(davon) Gymnasien</i>	
		ohne Filmaufnahmen	mit Filmaufnahmen
		2	5
		<i>(davon) RGS / GMS / GSS</i>	
		ohne Filmaufnahmen	mit Filmaufnahmen
		1	9

Abbildung 40: Unterteilung des Ausgangsdatensatzes nach Klassen mit und ohne Filmaufnahmen

8.8 Beobachtungskategorien

Die Beobachtung der Schüleraktivitäten an den verschiedenen Exponaten lässt noch keinen Schluss zu, ob und in welchem Umfang ein Lernprozess stattgefunden hat. Jedoch lässt sich genau feststellen, mit welchen Inhalten sich die Schüler befassen und auf welche Art und mit welcher Intensität sie es tun. Die Auswertung der Tätigkeiten erfolgt anhand eines festgelegten Kategoriensystems.

Für diese Arbeit wurde auf das Kategoriensystem von Chantal Barriault (1999) zurückgegriffen, welches durch Schließmann (2005) und Öhding (2009) erweitert wurde. Eine Anpassung an die lokalen Anforderungen der Phänomenta Flensburg erfolgte durch Wulf (2015) und den Autor. Wulf (2015) und der Autor führten zu diesem Zweck umfangreiche Beobachtungen in der Phänomenta Flensburg durch. Im Rahmen dieser Beobachtungen, wurden sich immer wiederholende Handlungsweisen der Besucher erkannt. Diese Handlungsweisen wurden dem bereits bestehenden System zugeordnet und somit erweitert.

Nachfolgend werden zunächst die Arbeiten von Barriault (1999) und Schließmann (2005) dargestellt. Im Anschluss wird aufgezeigt, in welchem Umfang Wulf (2015) und der Autor Erweiterungen und Anpassungen vorgenommen haben. Die Ausführungen von Wulf (2015) und dem Autor ähneln sich stark, da diese Bearbeitung in enger Kooperation stattfand.

8.8.1 Ansatz nach Barriault

Barriault (1999) untersuchte im Rahmen ihrer Studie „The Science Center Learning Experience: A Visitor-Based Framework“ das Lernverhalten von Besuchern in Science Centern an interaktiven Exponaten. Barriault (1999) führte umfangreiche Verhaltensbeobachtungen und offene Interviews von Besuchern des Techniquet (UK) und des Science North (Kanada) durch (Öhding, 2009, S. 98). Barriault erkannte auf der Grundlage der gewonnenen Daten acht verschiedene, sich wiederholende Lernverhaltensweisen. Barriault unterteilte diese acht Verhaltensweisen in drei Kategorien. Diese gaben die Lernintensität und den Beteiligungsgrad wieder (Öhding, 2009, S. 98 in Bezug auf Barriault, 1999). Die nachfolgende Tabelle gibt hierzu einen Überblick.

Learnung Behavior	Depth of Learning
1. Doing the activity	Initiation behaviors (Eingangsverhalten)
2. Spending time watching others engaging in the activity	
3. Information or assistance offered by staff or other visitors	
4. Repeating the activity	Transition behaviors (Übertragungsverhalten)
5. Expressing positive emotional response in reaction to engaging in activity	
6. Referring to past experiences while engaging activity	Breakthrough behaviors (Durchbruchverhalten)
7. Seeking and sharing information	
8. Engaged and involved: testing variables, making comparisons, using information gained from activity	

Abbildung 41: Ansatz zur Lernintensität nach Barriault (1999)

Betrachtet man die oberen acht Verhaltensweisen einzeln, so erhält man noch keine Auskunft zum Lernverhalten. Eine Auskunft zur Lernerfahrung erhält man erst durch die kombinierte Betrachtung der Verhaltensweisen während der Beschäftigung mit einem Exponat. Als „fruchtbare“ Lernerfahrung wird das wiederholende Zeigen von mehreren oder allen Verhaltensweisen beschrieben (vgl.: Barriault, 1999; Schließmann, 2005; Öhding, 2008). Im Anschluss werden die drei Kategorien zur Lernintensität (Depth of Learning) näher beschrieben.

Initiation behaviors⁴⁶

Werden von den Besuchern die drei hier beschriebenen Verhaltensweisen gezeigt, so gehen sie einer Lernerfahrung entgegen. Ein Besucher „erkundet“ zunächst ein Exponat und macht sich mit seiner Konstellation vertraut. Er lässt sich noch nicht vollständig auf das Exponat ein. Der Besucher muss sich zunächst sicher fühlen. Im Anschluss erst unternimmt er weitere Handlungen, die zu einer fortsetzenden Beschäftigung und somit Lernerfahrung führen (Öhding, 2009, S. 99).

Transition behaviors⁴⁷

Äußern Besucher bei ihrer Beschäftigung mit den Exponaten Zufriedenheit (positive Emotionen), wie z.B. lächeln, lässt sich davon ausgehen, dass sich der Besucher auf das

⁴⁶ Eingangsverhalten

⁴⁷ Übergangsverhalten

jeweilige Exponat eingelassen hat. Es ist davon auszugehen, dass der Besucher durch die wiederholte Durchführung eines Experiments oder einzelner Teilschritte versucht das vorliegende Phänomen zu verstehen oder ggf. noch weitere Informationen zu erhalten. Zeigen sich diese Verhaltensweisen, lassen sich Rückschlüsse auf ein motiviertes Lernverhalten ziehen (Öhding, 2009, S. 99).

Breakthrough behaviors⁴⁸

„Jede dieser Verhaltensweisen ist ein Indiz für die Relevanz der Auseinandersetzung mit den Exponaten und den individuellen Lerngewinn für das tägliche Leben. Die Interaktion mit dem Exponat wird zu einer bedeutenden Lernerfahrung, wobei alle Vorteile und Möglichkeiten für ein erfolgreiches Lernen an interaktiven Experimentierstationen genutzt werden“ (Öhding, 2009, S. 100).

8.8.2 Erweiterung durch Schließmann und Öhding

Das bereits oben beschriebene Modell nach Barriault (1999) wurde durch Schließmann (2005) um eine weitere Kategorie erweitert. Er geht davon aus, dass neben der positiven Reaktion vom Besucher auch negative Reaktionen auf Science Center Exponate ausgehen könnten. Gründe hierfür sieht er darin, dass Besucher nicht erkennen inwiefern sie tätig werden sollen oder das, dass „Ergebnis“ eines Exponats nicht erreicht wird. Schließmann (2005) benennt die hinzugefügte Kategorie „*negative Reaktion*“. Diese Kategorie umfasst alle Verhaltensweisen, die ein Desinteresse am Exponat widerspiegeln sowie einen frühzeitigen Abbruch des Experiments (Schließmann, 2005, S. 36-37).

Lernverhalten	Tiefe der Lernerfahrung
Geht nach kurzem Verweilen an der Station weiter. Bricht das Experiment in einem frühen Stadium ab.	IV. Negative Reaktion

Abbildung 42: Erweiterung: "Tiefe des Lernens" und Lernverhalten (Schließmann, 2005)

Im Rahmen ihrer Arbeit untersuchte Öhding (2009) das „(...) Lern- Arbeitsverhalten von Kindergartenkindern im Vorschulalter an interaktiven Experimentierstationen“. Gegenstand

⁴⁸ Durchbruchverhalten

ihrer Untersuchung waren drei Experimentierstationen. Für die drei Stationen erstellte sie „stationsspezifische Handlungskategorien“, die sie den bereits oben beschriebenen vier Kategorien zuordnete (Öhding, 2009, S. 101). Für die nachfolgende Arbeit wurde die Erweiterung nach Öhding (2009) nicht berücksichtigt, da sich ihre Erweiterung speziell auf drei Exponate richtet, die Gegenstand ihrer Arbeit waren.

8.8.3 Erweiterung und Anpassung des Kategoriesystems durch Wulf und Steuer

Wulf (2015) und der Autor haben Anfang 2009 Vorbeobachtungen mittels Videoaufnahmen in der Phänomenta Flensburg durchgeführt. Bei ihren Beobachtungen stellten sie fest, dass das Schemata von Barriault (1999) und die Erweiterung durch Schließmann (2005) zur Beurteilung der Besucherinteraktion nicht ausreichten, um alle Tätigkeiten der beobachteten Besucher zu erfassen. Wulf (2015) und der Autor stellten ein System von Handlungskategorien auf, welche sie dem bereits bestehenden Kategoriesystemen einordneten. Auf der Grundlage der Beobachtungen fügten Wulf (2015) und der Autor eine weitere Kategorie ein, die von ihnen als „zielfremde Beschäftigung“ bezeichnet wurde (Wulf, 2015, S. 56).

Das bis dahin vorliegende Schema wurde im Rahmen der Lehrveranstaltung „Forschungsmethoden“ für Master-Studenten der Europa-Universität Flensburg im Sommersemester 2009 durch die Teilnehmer an dieser Lehrveranstaltung überprüft und verändert. Zunächst erfolgte die Darstellung und Besprechung des Ursprungsschemas nach Barriault (1999). Darüber hinaus erhielten die Studenten eine Übersicht und Einweisung zu den Exponaten der Phänomenta Flensburg. Gegen Ende des Sommersemesters 2009 führten die geschulten Studenten Beobachtungen und Befragungen in der Phänomenta Flensburg durch. Hierzu wurde das im Rahmen des Kurses weiterentwickelte Kategoriesystem eingesetzt. Die nachfolgende Tabelle zeigt das eingesetzte Kategoriesystem.

Kategorie 0	keine bzw. ablehnende Beschäftigung
Zeit (t) liegt unter 5 sec. (von 1sec. bis 5 sec.)	
Kategorie 1	einführende Tätigkeit
Richtet sich mit der Körperfront zum Exponat	
Liest die Fragestellung auf dem Hinweisschild	
Zeit (t) liegt über 5 sec.	
Setzt sich mit der Station auseinander	
Beginnt zu arbeiten	
Aufmerksamkeit ist auf die Station gerichtet	
Lässt sich nicht oder nur geringfügig durch andere Vorgänge ablenken	
Beobachtet andere Besucher beim Arbeiten	
Unterhält sich mit anderen Besuchern über die Station bzw. das Experiment	
Kategorie 2	vertiefende Beschäftigung
Wiederholt Teilschritte oder das gesamte Experiment	
Zeigt erkennbare positive Reaktion (lächeln, Zufriedenheit)	
Entwickelt mögliche Lösungsansätze	
Kategorie 3	durchdringende Beschäftigung
Ist in das Experiment vertieft	
Arbeitet sicher und nahezu fehlerfrei und zielgerichtet am Experiment	
Zeit (t) liegt über 60 sec.	
Tipps und Erklärungen werden weitergegeben	
Lösungen und Erklärungen werden gefunden	
Alle Variationsmöglichkeiten werden ausgeschöpft und es erfolgt eine vollständige Bearbeitung des Experiments	
Kategorie 4	zielfremde Beschäftigung
Nutzt das Experiment als Sitzgelegenheit und zeigt keine zielgerichtete Beschäftigung (Ausnahme: das Experiment selbst sieht es vor, dass man sich hinsetzen muss)	
Beschädigt das Experiment (tritt, schlägt auf das Experiment ein)	
Wartezeiten	

Abbildung 43: Kategoriensystem der ersten Generation

(Das abgebildete Kategoriensystem wurde von Wulf (2015) und dem Verfasser als „Kategoriensystem der ersten Generation“ bezeichnet. (Wulf, 2015, S. 57)

Bevor es zur weiteren praktischen Anwendung durch die Master-Studenten kam, wurde ein Pretest durchgeführt, um sicherzustellen, dass die Beobachtungsergebnisse nicht durch eine subjektive Einschätzung gestört werden. Ziel dieses Pretests war es, dass die Master-Studenten sich lediglich an den objektiv vorgegebenen Handlungskategorien orientierten. Die Studierenden mussten unabhängig voneinander das Verhalten eines Besuchers bestimmen. Wulf (2015) und der Autor trafen zuvor die Entscheidung, dass es mindestens zu einer Übereinstimmungsrate von 80% kommen musste. Die nachfolgende Tabelle zeigt das Ergebnis des Pretests (Wulf, 2015, S. 58).

Nr.	Wulf	Steuer	Stud 1	Stud 2	Stud 3	Stud 4	Stud 5	Stud 6	Stud 7	Stud 8
1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2
4	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
5	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2
6	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2
7	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2
8	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Abbildung 44: Ergebnisse des ersten Pretests zur Überprüfung des Kategoriesystems

Aus der Grafik ist zu entnehmen, dass insgesamt zehn Besucher beobachtet und anhand der Beobachtungskategorien eingestuft wurden. Die Überprüfung teilte sich in zwei Abschnitte. Im ersten Abschnitt wurden zunächst sechs Besucher beobachtet. Bei den Beobachtungen eins bis sechs lag die Fehlerquote bei den Studenten bei 27,08%. Die Übereinstimmungsrate lag hier bei 72,92%. Damit wurde die Vorgabe von 80% nicht erreicht. Die Fehlerrate bei Wulf (2015) und dem Autor lag bei 8,33%. Damit ergab sich eine Übereinstimmungsrate von 91,67%. Damit wurde die angestrebte Übereinstimmungsrate von 80% erreicht. Betrachtet man die Gesamtheit der Beobachtungsergebnisse, so ist zu erkennen, dass die Fehlerquote bei 23,33% lag. Die Übereinstimmungsrate lag damit bei 76,67%. In diesem Fall wurden die angestrebten 80% Übereinstimmung nicht erreicht (Wulf, 2015, S. 58).

Nachdem die Beobachtungen eins bis sechs durchgeführt wurden, fand eine Besprechung zwischen Wulf (2015), dem Autor und den Master-Studenten statt. Im Rahmen dieser Besprechung wurden Unklarheiten besprochen und aufgeklärt. Im Anschluss wurden vier weitere Besucher beobachtet und ihre Beschäftigung anhand der Beobachtungskategorien eingestuft. Diese Beobachtungen zeigten einen deutlichen Anstieg der Übereinstimmungsrate. Die Fehlerquote bei den Master-Studenten betrug nur noch 6,25%. Die Übereinstimmungsrate betrug somit insgesamt 93,75%. Damit wurden die angestrebten 80% weit übertroffen. Die Übereinstimmungsrate bei Wulf (2015) und dem Autor lag bei 100%. Die Fehlerquote bei der Gesamtbetrachtung zwischen Wulf (2015) dem Autor und den Master-Studenten lag bei 5%. Somit ergab sich eine Übereinstimmungsrate von 95%. Damit wurden die angestrebten 80% erfüllt (Wulf, 2015, S. 58-59). Nach diesem Test nutzen die Studenten diese aufgestellten Beobachtungskategorien für ihre weiteren selbstständigen Beobachtungen.

Die oben beschriebenen Beschäftigungskategorien sollten anschließend bei nachfolgenden Bachelor- und zwei Masterarbeiten eingesetzt werden. Um eine willkürliche Beurteilung des Beschäftigungsverhaltens zu vermeiden, wurde zwischen den Studenten, Wulf (2015) und dem Autor eine Besprechung und Feinabstimmung vorgenommen. Hierzu wurden zunächst 40 Besucher der Phänomenta beobachtet und ihre Beschäftigung der jeweiligen Kategorie zugeordnet. Bei zwei Besuchern wurde die Beobachtung gestört und damit abgebrochen. Die Beobachtung wurde von den Autoren und Studenten unabhängig voneinander durchgeführt (Wulf, 2015, S. 59-60).

Die nachfolgende Übersicht zeigt die Ergebnisse.

Beschäftigungskategorien					
Besucher-Nr.	Wulf	Steuer	Student 1	Student 2	Student 3
1	1	1	0	1	1
2	2	1	1	2	2
3	0	0	0	1	1
4	1	1	0	0	1
5	2	2	2	2	2
6	0	0	0	0	0
7	1	1	0	1	1
8	0	0	1	0	1
9	1	1	1	1	2
10	0	0	1	1	1
11	1	1	1	1	1
12	0	0	0	0	1
13	3	2	3	2	2
14	2	2	3	2	1
15	3	3	3	3	3
16	2	2	2	1	1
17	3	3	2	2	1
18	1	1	2	1	1
19	3	3	3	3	3
20	1	1	2	2	2
21	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	2
23	3	2	3	2	3
24	1	1	1	1	1
25	0	0	0	0	0
26	2	2	2	2	2
27	2	2	3	3	3
28	2	2	3	3	2
29	2	2	1	1	2
30	1	1	2	2	2
31	3	3	3	3	3
32	1	1	1	1	1
33	2	2	2	2	2
34	1	1	0	1	1
35	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1
37	3	2	2	3	3
38	2	2	2	2	2

Abbildung 45: Ergebnisse des zweiten Pretests zur Überprüfung des Kategoriesystems

- gelb: Übereinstimmung zwischen Wulf, Verfasser und Studenten
- grün: Übereinstimmung zwischen den Studenten
- rot: Fehlübereinstimmungen zwischen Wulf und dem Verfasser

Nach der Beobachtung erfolgte zunächst eine Besprechung der Ergebnisse. Es zeigte sich, dass die völlige Übereinstimmungsrate zwischen Wulf (2015), dem Autor und den Studenten bei 15 Personen vorlag. Die Übereinstimmungsrate der Studenten (ohne Wulf und Verfasser) lag bei vier Personen. Zwischen Wulf (2015) und dem Verfasser lag eine Übereinstimmungsrate von 89,47% vor. Damit wurde lediglich zwischen Wulf (2015) und dem Verfasser die angestrebte Übereinstimmungsrate von 80% erreicht (Wulf, 2015, S. 60-61).

Nach der Besprechung wurden noch einmal fünf Besucher beobachtet. Hierbei erfolgt die Ergebnisbesprechung nach jeder einzelnen Beobachtung. Es zeigte sich, dass die Übereinstimmungsrate anschließend bei 100% lag (siehe untenstehende Tabelle).

Ergebnisse nach der Besprechung					
Besuchs-Nr.	Wulf	Steuer	Student 1	Student 2	Student 3
39	1	1	1	1	1
40	1	1	1	1	1
41	1	1	1	1	1
42	2	2	2	2	2
43	2	2	2	2	2

Abbildung 46: Ergebnisse des dritten Pretests zur Überprüfung des Kategoriesystems

Im Rahmen ihrer Bachelorarbeit „Kriterien⁴⁹ zur Beschäftigungsintensität an interaktiven Exponaten von Besuchern von Science Centern am Beispiel der Phänomenta Flensburg“ untersuchte Moskatov (2010) die von Wulf (2015) und dem Verfasser aufgestellten Beobachtungskategorien. Ihre Untersuchung ergab, dass das von den Autoren aufgestellte Kategorienschema in der Praxis eingesetzt werden konnte. Bei der Anwendung zeigte sich aber, dass noch weitere Handlungsweisen der Besucher auftraten, die bisher nicht im Kategorienschema enthalten waren. Nachfolgend werden die Anmerkungen bzw. Vorschläge aus der vorher genannten Arbeit vorgestellt.

Kategorie 1

- a. Aufmerksamkeit wird auf die Station gelenkt.
- b. Lässt sich die Fragestellung durch andere Besucher erklären.
- c. Glaubt die Aufgabe gelöst zu haben, obwohl die Arbeitsanweisung nicht befolgt bzw. missverstanden wurde.

(Moskatov, 2010, S. 36-37)

⁴⁹ Im weiteren Verlauf der Arbeit werden Kriterien durch Kategorien ersetzt und verwendet.

Kategorie 2

- a. Arbeitet nicht fehlerfrei oder unsicher.
- b. Resignation, die zum Abbruch der Beschäftigung führt.
- c. Hört sich die Erklärungen bzw. Tipps anderer Besucher über die Station an und setzt sie um.

(Vorschläge zur Erweiterung des Kategoriesystems durch Moskatov, 2010)

(Moskatov, 2010, S. 38)

In Bezug auf die *Kategorie 0* (keine bzw. ablehnende Beschäftigung) gibt sie keine Anmerkungen oder Vorschläge. Anhand der „Zeit (t)“ ist sie leicht zu ermitteln. Darüber hinaus konnte sie in ihrer Arbeit die *Kategorie 4* (zielfremde Beschäftigung) nicht feststellen. Dennoch entschlossen sich Wulf (2015) und der Autor, diese Kategorie aufgrund von vorangegangenen Beobachtungen beizubehalten (Wulf, 2015, S. 61-62).

Im Rahmen nachfolgender Beobachtungen kamen Wulf (2015) und der Verfasser zu der Entscheidung, das Kategoriesystem hierarchisch neu zu ordnen. Zusätzlich wurden weitere Handlungskategorien erkannt und dem System zugeordnet. Im Hinblick auf die hierarchische Ordnung nahmen Wulf (2015) und der Autor auch eine Veränderung der Skalierung des Kategoriesystems vor (Wulf, 2015, S. 62). Es musste eine Ordinalskala gewählt werden, da die Eigenschaften (Ausprägungen) eine fest zusammenhängende (konsistente) Ordnung haben (Müller-Benedict, 2007, S. 37). Die zuvor gewählte Skalierung entsprach nicht diesem Grundsatz. Nachfolgend wird die neue Skalierung dargestellt.

Kategorie 0	zielfremde Beschäftigung
Nutzt das Experiment als Sitzgelegenheit und zeigt keine zielgerichtet Beschäftigung (Ausnahme: das Experiment selbst sieht es vor)	
Beschädigt das Experiment (tritt, schlägt auf das Experiment ein)	
Wartezeiten	
Kategorie 1	geringe Beschäftigung
Zeit (t) liegt unter 5 sec. (von 1sec. bis 5 sec.)	
Steht teilnahmslos am Exponat	
Kategorie 2	einführende Tätigkeit
Richtet sich mit der Körperfront zum Exponat	
Liest die Fragestellung auf dem Hinweisschild	
Zeit (t) liegt über 5 sec.	
Setzt sich mit der Station auseinander	
Beginnt zu arbeiten	
Aufmerksamkeit ist auf die Station gerichtet	
Lässt sich nicht oder nur geringfügig durch andere Vorgänge ablenken	
Beobachtet andere Besucher beim Arbeiten	
Unterhält sich mit anderen Besuchern über die Station bzw. das Experiment	
Kategorie 3	vertiefende Beschäftigung
Wiederholt Teilschritte oder das gesamte Experiment	
Zeigt erkennbare positive Reaktion (lächeln, Zufriedenheit)	
Entwickelt mögliche Lösungsansätze	
Variiert deutlich den Kräfteinsatz	
Kategorie 4	durchdringende Beschäftigung
Ist in das Experiment vertieft	
Arbeitet sicher und nahezu fehlerfrei und zielgerichtet am Experiment	
Zeit (t) liegt über 60 sec.	
Tipps und Erklärungen werden weitergegeben	
Lösungen und Erklärungen werden gefunden	
Nahezu alle Variationsmöglichkeiten werden ausgeschöpft und es erfolgt eine vollständige Bearbeitung des Experiments	

Abbildung 47: Kategoriesystem zur Ermittlung der Interaktionsintensität (Wulf 2015, Steuer, 2019)

Das neue Kategorieschema zeigt deutlich, dass hier eine Skalierung von der niedrigsten bis zur höchsten Kategorie stattgefunden hat. Darüber hinaus wurden durch die Autoren der Kategorie 1 noch der Punkt „Steht teilnahmslos am Exponat“ und der Kategorie 3 der Punkt „Variiert deutlich den Kräfteinsatz“ hinzugefügt.

Bei beiden Autoren bildete die Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ den Untersuchungsgegenstand. Aus diesem Grund führten beide noch einmal, anhand der Exponate aus der Sonderausstellung, eine Feinabstimmung durch. Hierzu wurden 38 Besucher beobachtet und ihre Tätigkeiten den jeweiligen Kategorien zugeordnet. Nachfolgend wird das Ergebnis der Feinabstimmung dargestellt.

Nr.	Exponat	Exponat-Nr.	Wulf Kategorie	Steuer Kategorie
1	Beine als Pendel	1902	1	1
2	Gewaltige Masse	1903	1	1
3	Computeranimation	1904	1	1
4	Stabiler Stand	1905	1	1
5	Das Tragesystem des Rumpfes	1906	2	2
6	Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst...	1907	2	2
7	Viel Kraft im Hals	1909	2	2
8	Dinolexikon	1913	1	1
9	Gewaltige Masse	1903	4	3
10	Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst...	1907	1	1
11	Viel Kraft im Hals	1909	2	1
12	3D Puzzle	1911	2	1
13	Informationsstationen	1910	1	1
14	Dinolexikon	1903	1	1
15	Stabiler Stand	1905	2	2
16	Gewaltige Masse	1903	1	1
17	Beine als Pendel	1902	1	1
18	Gewaltige Masse	1903	2	2
19	Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst...	1907	2	2
20	Viel Kraft im Hals	1909	2	2
21	Dinolexikon	1913	1	1
22	Gewaltige Masse	1903	4	4
23	Gewaltige Masse	1903	1	1
24	Gewaltige Masse	1903	1	1
25	Gewaltige Masse	1903	1	1
26	Gewaltige Masse	1903	2	2
27	Gewaltige Masse	1903	1	1
28	Gewaltige Masse	1903	4	4
29	Gewaltige Masse	1903	3	3
30	Viel Kraft im Hals	1909	2	2
31	Viel Kraft im Hals	1909	2	2
32	Viel Kraft im Hals	1909	3	3
33	Viel Kraft im Hals	1909	2	2
34	Viel Kraft im Hals	1909	2	2
35	Gewaltige Masse	1903	2	2
36	Beine als Pendel	1902	2	2
37	Beine als Pendel	1902	2	2
38	Beine als Pendel	1902	1	1

Abbildung 48: Pretest des Kategoriensystems in der Sonderausstellung (Wulf 2015 / Steuer 2019)

Die Übersicht zeigt, dass bei lediglich drei Besuchern eine Fehlübereinstimmung (rot eingefärbt) vorlag. Das entspricht einer Fehlerquote von 3,95%. Die Übereinstimmungsrate lag bei insgesamt 35 Personen (96,05%). Eine weitere Feinabstimmung wurde aus diesem Grund nicht mehr durchgeführt (Wulf, 2015, S. 63-64).

8.9 Assoziationskategorien

Im nachfolgenden Abschnitt wird die Entwicklung der Assoziationskategorien für die Befragung beschrieben. Die Hauptbefragung zeigte, dass die Schüler z.T. nur unzureichend mit der Methode „Mind-Map“ vertraut waren. Die Strukturen, wie sie beim Mind-Mapping oder beim Clustering zu finden sind, zeigten sich nicht. Auswertungswege, wie sie z.B. beim Concept-Mapping verwendet werden, konnten nicht genutzt werden, da eine Vernetzung der verschiedenen Begriffe nicht vorlag. Um die Assoziationen auf den Assoziationsbögen hinreichend auswerten zu können, bedurfte es eines passenden Auswertungsschemas bzw. Auswertungskategorien, die es ermöglichten, das Wissen und die Interessen der Schüler differenziert kategorisieren zu können. Dabei sollte vermieden werden, dass durch eine zu grobe Gestaltung des Auswertungsschemas nicht alle Assoziationen erfasst werden konnten. Die Auswertungskategorien beruhen zum einen auf der Analyse einer Schülerbefragung zum Thema „Dinosaurier“ von Stenzel (1978) und zum anderen auf den Ergebnissen einer Untersuchung im Rahmen eines Forschungsprojekts (2010) eines Masterkurses, an der Europa-Universität Flensburg, welches der Autor mit angeleitet hat. Die Entwicklungsbeschreibung der Assoziationskategorien ist in drei Abschnitte unterteilt. Zunächst werden die Ergebnisse der Schülerbefragung von Stenzel (1978) dargelegt. Im zweiten Abschnitt wird die Vorentwicklung der Assoziationskategorien beschrieben. Im dritten Abschnitt werden die Vortests beschrieben und die Ergebnisse zusammengeführt.

8.9.1 Schülerbefragung zum Thema „Dinosaurier“

Stenzel (1978) stellt die Ergebnisse der „Analyse von Schülerfragen zu einem Poster“ mit dem Thema „Dinosaurier“ vor. Das Poster zeigt verschiedene Landschaftsformen, verschiedene Dinosaurier, ihr Aussehen, Ernährungsverhalten und die Vegetation dieser Zeit. Das Poster ist als Foto im Anhang beigefügt. Befragt wurden 114 Schüler der Orientierungsstufe⁵⁰. Den

⁵⁰ „Organisationsform für den 5. und 6. Jahrgang, die 1971 vom Deutschen Bildungsrat im Strukturplan vorgeschlagen wurde, um den punktuellen Übergang von der Grundschule in den Sekundarbereich I durch einen

Schülern wurde 5 min lang das Poster gezeigt. Anschließend sollten die Schüler Fragen zu diesem Poster ausarbeiten. Ebenso wie in der vorliegenden Arbeit wurde die Aufgabenstellung sehr offengehalten. „Die Schüler sollten aufschreiben, was sie an dem Bild besonders interessiert“ (Stenzel, 1978, S. 71). Insgesamt wurden 647 Fragen gestellt. Die Fragen wurden den Bereichen Morphologie, Systematik, Ökologie/Ethologie, Stammesgeschichte und Fortpflanzung zugeordnet (Stenzel, 1978, S. 71-72). Als Fehldeutungen wurden 14 Fragen eingestuft. Nachfolgend wird ein kurzer Überblick zu den Ergebnissen gegeben.

Ergebnisse zum Bereich Morphologie:

Gesamtanteil (von 647)	% Gesamt- anteil (von 647)	Untergliederungen		
		Körpergröße	Körper- gewicht	Bau und Funktion bestimmter Körperteile
153 Fragen	24 %	45 %	32 %	20%

Abbildung 49: Ergebnisse zum Bereich Morphologie – Stenzel (1978)

Die Übersicht zeigt, dass von den 647 Fragen 153 Fragen auf den Bereich **Morphologie** entfallen. Mit 45% hatte der Gliederungspunkt „Körpergröße“ den größten Anteil an den 153 Fragen zur Morphologie. Der Punkt „Gewicht“ besaß mit 32% den zweitgrößten Anteil. Mit 20% nehmen Bau und Funktion bestimmter Körperteile die drittgrößte Position ein.

Im Bereich der **Systematik** stellt Stenzel (1978) fest, dass in diesem Bereich ein eher geringes Interesse vorzuliegen scheint. Von den 647 Fragen richteten sich nur 64 (10%) Fragen auf die Systematik. Sie merkt an, dass „Lehrer sehr sparsam mit Namen umgehen und lieber Fischesaurier, Flugsaurier, Raubsaurier usw. sagen sollten als Ichtyosaurier, Ceratosaurier usw.“ (Stenzel, 1978, S. 72).

Ergebnisse zum Bereich Ökologie und Ethologie:

Gesamtanteil (von 647)	% Gesamtanteil (von 647)	Untergliederungen			
		Ernährung	Lebensräume	Sozialverhalten	Lebensalter
285 Fragen	44%	32%	31%	22%	10%

Abbildung 50: Ergebnisse zum Bereich Ökologie und Ethologie – Stenzel (1978)

gleitenden Übergang pädagogisch neu zu gestalten.“ (Schaub & Zenke, 2004, S. 414) Die Orientierungsstufe ist heute z.T. nicht mehr vorhanden.

Es ist zu erkennen, dass dem Bereich „**Ökologie / Ethologie**“ die meisten Fragen zugeordnet werden konnten. Allem voran die Untergliederungen Ernährung (32%) und Lebensräume (31%).

Insgesamt 123 Fragen (19%) entfallen auf den Bereich **Stammesgeschichte**. Nach Stenzel (1978) war dieses nicht zu erwarten. Sie ist der Ansicht, dass dieses ungeahnte Interesse zeigt, „die Behandlung stammesgeschichtlicher Probleme in der Orientierungsstufe anzubieten“ (Stenzel, 1978, S. 72).

Mit 8 Fragen (1%) zur **Fortpflanzung** ist dieser Bereich am wenigsten vertreten. Von Stenzel (1978) wird diese geringe Anzahl an Fragen darauf zurückgeführt, dass dies „auf dem Poster auch nicht entsprechend visualisiert ist“ (Stenzel, 1978, S. 72).

8.9.2 Vorentwicklung der Assoziationskategorien

Zunächst wurde vom Autor eine „Informationssammlung“ zum Thema Dinosaurier durchgeführt. Grundlage dieser Informationssammlung bildeten sowohl Kinder-, Jugend- und Sachbücher als auch multimediale Angebote. Eine Übersicht ist im Anhang beigelegt. Nach Abschluss dieser „Informationssammlung“ wurden die **Ausgangskategorien** aufgestellt. Sie setzten sich zum einen aus Bestandteilen des oben beschriebenen Artikels und zum anderen aus Vorüberlegungen des Autors zusammen.

Kategorie	Ausgangskategorien
1	Anatomie und Gestalt
2	Evolution, Erdgeschichte, Erdzeitalter
3	Vermutetes Verhalten, Fähigkeiten, Aussehen und Alter
4	Ernährungsverhalten
5	Stämme und Arten
6	Lebensräume
7	Paläontologie, Archäologie, Fossilien, Museum
8	Mediale Aussagen
9	Fragen zum Thema
10	Äußerungen zu physikalischen Gesetzmäßigkeiten
11	Themenfremde Aussagen oder nicht zuzuordnende Aussagen
12	Themenfremde Zeichnungen

Abbildung 51: Assoziationskategorien / Ausgangskategorien

(Die grün eingefärbten Zahlen beruhen auf der Analyse der Schülerbefragung von Stenzel (1978). Die braun eingefärbten Zahlen beruhen auf den Überlegungen des Autors. Mischformen wurden blau eingefärbt.

Der Bereich Morphologie bleibt wie bei Stenzel (1978) zunächst vollständig erhalten. Die Morphologie (Gestaltlehre) beschreibt die „äußere Körpergestalt, den Aufbau und die Lage der Organe bei Pflanzen und Tieren“ (vgl. Duden, 2003, S. 346). Daher wird dieser Punkt als „Gestalt“ bezeichnet. Neben der äußeren Körpergestalt sollte auch der innere Aufbau, d.h. die Anatomie mit aufgenommen werden. Aus diesem Grund entstand in der ersten Kategorie die Mischform „Anatomie und Gestalt“.

Die dritte Kategorie ist eine Mischung aus Ökologie und Ethologie aus dem Artikel von Stenzel (1978) und den Überlegungen des Autors. Die dritte Kategorie sollte Vermutungen umfassen. Um der Fantasie der Schüler Raum zu geben, wurde diese Kategorie als „Vermutung“ deklariert. Im Gegensatz zu „beweisbaren“ Punkten, wie z.B. Gestalt etc., lassen sich zu den Punkten Verhalten, Fähigkeiten, Aussehen und Alter z.T. nur Vermutungen anstellen. Das „Aussehen“ wurde als Abgrenzung zur Gestalt mit einbezogen, um z.B. Assoziationen zur Farbe der Tiere zu erfassen. Der Punkt „Lebensalter“, wie bei Stenzel (1978), wurde hier verkürzt als „Alter“ aufgenommen. Ebenso wurde der Punkt „Sozialverhalten“, wie bei Stenzel (1978), hier als „Verhalten“ bezeichnet.

Die zehnte Kategorie wurde nicht aufgrund der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ aufgestellt, sondern aufgrund der Annahme, dass Schüler mit Dinosauriern heutige technisch, physikalische Erscheinungen o.ä. in Verbindung bringen. Wie z.B. „Ein Hals als Kran“ oder „Brückenarchitektur“ bei einem Langhalsdinosaurier. Die Vergleiche mit Kränen und Brücken werden auch in Jugendbüchern dargestellt (Lambert u.a., 2011, S. 36-39).

8.9.3 Beschreibung der Vortests

Für die Vortests standen eine achte und neunte Klasse einer Oberschule zu Verfügung. Der Test wurde im Rahmen eines „Forschungsprojekt – Multimar und Phänomenta 2010“, das vom Autor als Mitverantwortlicher begleitet wurde, durchgeführt. Die Studenten erhielten im Rahmen der Kategorieentwicklung die Aufgabe, das obige Kategorieschema auf ausgewählte Assoziationsbögen aus der Vorentwicklung anzuwenden. Die Auswahl erfolgte durch einen Zufallsgenerator (programmiert von Wulf). Die ausgewählten Assoziationsbögen wurden nur als Stimuli für die weitere Bearbeitung und Verfeinerung des Kategorieschemas eingesetzt. Ziel

des Tests war es, Anregungen und Begründungen für weitere Kategorien zu erhalten. Nach dem ersten Vortest wurden Neuerungen vorgenommen und das Kategorienschema erweitert. Kategorien bei denen Neuerungen vorgenommen wurden, sind gelb eingefärbt.

Kat.	Ausgangskategorien	1. Vortest
1	Anatomie und Gestalt	Anatomie
2	Evolution, Erdgeschichte, Erdzeitalter	Evolution, Erdgeschichte, Erdzeitalter
3	Vermutetes Verhalten, Fähigkeiten, Aussehen und Alter	Vermutete Fähigkeiten, Aussehen und Alter
4	Ernährungsverhalten	Ernährungsverhalten
5	Stämme und Arten	Stämme, Arten, Vorfahren und Nachfahren
6	Lebensräume	Lebensräume
7	Paläontologie, Archäologie, Fossilien, Museum	Paläontologie, Archäologie, Fossilien, Museum
8	Mediale Aussagen	Mediale Aussagen
9	Fragen zum Thema	Fragen zum Thema
10	Äußerungen zu physikalischen Gesetzmäßigkeiten	<i>entfällt</i>
11	Themenfremde Aussagen oder nicht zuzuordnende Aussagen	Themenfremde Aussagen oder nicht zuzuordnende Aussagen
12	Themenfremde Zeichnungen	Themenfremde Zeichnungen
neu		Fortpflanzung und Paarungsverhalten
neu		Lebensweisen und Sozialverhalten
neu		Thematische Zeichnungen

Abbildung 52: Assoziationskategorien (1. Vortest)

Die Übersicht zeigt, dass zum einen aus der Kategorie eins der Punkt „Gestalt“ und zum anderen aus der Kategorie drei der Punkt „Verhalten“ entfernt wurde. Zuzüglich wurde die Kategorie 10 völlig entfernt. Darüber hinaus wurden die Punkte Vor- und Nachfahren in die Kategorie fünf aufgenommen. Neu hinzugekommen sind die Kategorien „Fortpflanzung und Paarungsverhalten“, „Lebensweisen und Sozialverhalten“ und „Thematische Zeichnungen“. Nachdem die oben beschriebenen Neuerungen durchgeführt waren, standen 14 Kategorien zu Verfügung. Der zweite Vortest zeigte, dass die bisherigen Kategorien noch nicht klar genug

voneinander zu trennen waren und es zu Differenzierungsschwierigkeiten kommen konnte. Diese Punkte sind in der nachfolgenden Übersicht grün eingefärbt.

Kat.	Ausgangskategorien	1. Vortest	2. Vortest
1	Anatomie und Gestalt	Anatomie	Anatomie
2	Evolution, Erdgeschichte, Erdzeitalter	Evolution, Erdgeschichte, Erdzeitalter	Evolution, Erdgeschichte, Erdzeitalter
3	Vermutetes Verhalten, Fähigkeiten, Aussehen und Alter	Vermutete Fähigkeiten, Aussehen und Alter	Vermutete Fähigkeiten, Aussehen und Alter
4	Ernährungsverhalten	Ernährungsverhalten	Ernährungsverhalten
5	Stämme und Arten	Stämme, Arten, Vorfahren und Nachfahren	Stämme, Arten, Vorfahren und Nachfahren
6	Lebensräume	Lebensräume	Lebensräume
7	Paläontologie, Archäologie, Fossilien, Museum	Paläontologie, Archäologie, Fossilien, Museum	Paläontologie, Archäologie, Fossilien, Museum
8	Mediale Aussagen	Mediale Aussagen	Mediale Aussagen
9	Fragen zum Thema	Fragen zum Thema	Fragen zum Thema
	Äußerungen zu physikalischen Gesetzmäßigkeiten	-	-
10	Themenfremde Aussagen oder nicht zuzuordnende Aussagen	Themenfremde Aussagen oder nicht zuzuordnende Aussagen	Themenfremde Aussagen oder nicht zuzuordnende Aussagen
11	Themenfremde Zeichnungen	Themenfremde Zeichnungen	Themenfremde Zeichnungen
12		Fortpflanzung und Paarungsverhalten	Fortpflanzung und Paarungsverhalten
13		Lebensweisen und Sozialverhalten	Lebensweisen und Sozialverhalten
14		Thematische Zeichnungen	Thematische Zeichnungen

Abbildung 53: Assoziationskategorien (2. Vortest)

(Die gelb eingefärbten Kategorien wurden bereits verändert.)

Um Differenzierungsproblemen zu entgehen, wurden noch einmal Umstrukturierungen und Umbenennungen vorgenommen. Nach diesen Umstrukturierungen standen nachfolgende 13 Kategorien zu Verfügung.

Kat.	Nach dem 2. Vortest
1	Anatomie
2	Erdgeschichte und Erdzeitalter
3	Vermutete Fähigkeiten und Alter
4	Ernährungsverhalten
5	Stämme, Arten, Vorfahren und Nachfahren
6	Lebensräume
7	Fortpflanzung und Paarungsverhalten
8	Lebensweisen und Sozialverhalten
9	Mediale Aussagen
10	Fragen zum Thema
11	Thematische Zeichnungen
12	Themenfremde Zeichnungen
13	Themenfremde Aussagen oder nicht zuzuordnende Aussagen

Abbildung 54: Assoziationskategorien (nach dem 2. Vortest)

Die hier aufgeführten Kategorien wurden durch zwei weitere „Testklassen“, ebenfalls eine 8. Klasse und 9. Klasse, überprüft. Es wurde davon ausgegangen, dass die vorliegenden Kategorien zur Auswertung vollständig ausreichten. Der Test wurde vom Autor allein durchgeführt. Durch die Testklassen zeigte sich, dass vor allem die Kategorien eins und drei nicht einsetzbar waren. Sie wurden den neuen Erkenntnissen angepasst. Die Kategorie eins umfasste nach diesen Anpassungen die Punkte **„Morphologie und Aussehen“**. Der Punkt Anatomie wurde entfernt. Der Punkt **„Alter“** wurde aus der Kategorie drei herausgelöst und als eigenständiger Punkt behandelt. Zudem wurde die dritte Kategorie dahingehend reduziert, dass sie lediglich **„Annahmen und Vermutungen“** aufnehmen sollte. Darüber hinaus wurde die fünfte Kategorie verändert. Der Punkt **„Arten“** wurde aus der Kategorie herausgelöst und als eigenständiger Punkt mit aufgenommen. Der Punkt **„Stämme“** wurde gestrichen. Die Punkte **„Vorfahren und Nachfahren“** blieben erhalten.

Zudem wurden zum Zwecke einer feineren Differenzierung der Assoziationen weitere Kategorien eingeführt. Neben den oben aufgeführten Kategorien wurden zwei für die Biologie grundlegenden Gebiete aufgenommen. Zum einen die Kategorie **„Botanik“** und zum anderen die Kategorie **„Zoologie“**. Ebenso wurde die Kategorie **„Namen“** aufgenommen. Damit nimmt der Autor Bezug auf den Bereich **„Systematik“** aus der Analyse von Stenzel (1978). Darüber

hinaus wurde die Kategorie „**Größe und Gewicht**“ mit aufgenommen. Der Autor nimmt damit Bezug auf den Bereich „Morphologie“ von Stenzel (1978).

In ihrem Artikel schreibt Stenzel (1978): „Aus der Häufigkeit bestimmter Fragen nach Verteidigungsmöglichkeiten von Pflanzenfressern und anderen kann man entnehmen, daß wichtige Kennzeichen der Saurier nicht erkannt wurden“ (Stenzel, 1978, S. 72). Aufgrund der Fragen nach Verteidigungsmöglichkeiten wurde die Kategorie „**Kampf und Verteidigung**“ mit aufgenommen. Abgesehen von den Vögeln sind die Dinosaurier ausgestorben. Die heutigen Gründe für das Aussterben von Tierarten, wie z.B. zu intensive Jagd oder Überfischung, sind auf die Dinosaurier nicht übertragbar. Es bestehen verschiedene Theorien, wie z.B. ein oder mehrere Vulkanausbrüche oder der Einschlag eines Meteoriten. Aus diesem Grund wurde die Kategorie „**Aussterben (Theorien)**“ mit aufgenommen, um das in diesem Bereich vorliegende Wissen oder Interesse der Schüler zu berücksichtigen. Ergänzend wurde die Kategorie **Forschung** aufgestellt, um Assoziationen, die sich auf die Paläontologie, die Archäologie, Fossilien, Museum, etc. beziehen, zu erfassen. Damit sollte berücksichtigt werden, dass auch von Kindern sehr spezielles Wissen aufgenommen wird. Um die persönlichen Einstellungen und Anmerkungen zum Thema „Dinosaurier“ darstellen zu können, wurde die Kategorie „**Persönliche Anmerkungen**“ hinzugefügt.

Das Interesse an Dinosauriern ist ungebrochen hoch. Dies zeigt beispielsweise auch die Film- oder Spielzeugindustrie. Aus diesem Grund werden sie als Werbeträger verwendet, um die Aufmerksamkeit auf Produkte oder Einrichtungen zu ziehen oder sie werden in der medialen Unterhaltung eingesetzt. Die Kategorien „**Werbeträger**“ und „**Mediale Aussagen**“ nehmen diese Assoziationen mit auf. Die letzte Kategorie spielt eine gesonderte Rolle, da sie nur „**Ausstellungsbezüge**“ aufnimmt und von daher bei der Vorbefragung keine Bedeutung hat. Am Ende standen 25 Kategorien zur Auswertung zu Verfügung. Die nachfolgende Tabelle zeigt das endgültige Kategorieschema.

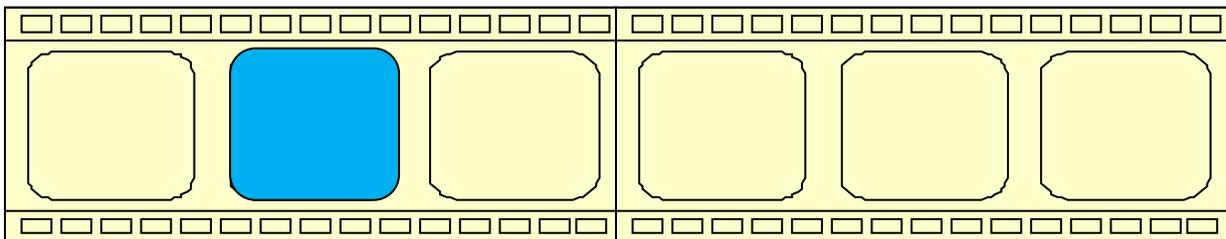
Kat	Kategorieschema zur Auswertung der Befragung
1	Botanik
2	Zoologie
3	Arten
4	Namen
5	Morphologie und Aussehen
6	Größe und Gewicht
7	Alter
8	Lebensräume
9	Ernährungsverhalten
10	Fortpflanzung
11	Lebensweisen und Sozialverhalten
12	Kampf und Verteidigung
13	Erdgeschichte, Erdzeitalter, Lebenszeitraum
14	Aussterben (Theorien)
15	Vor- und Nachfahren / Verwandtschaftsbezüge
16	Forschung
17	Annahmen und Vermutungen
18	Persönliche Anmerkungen
19	Werbeträger
20	Mediale Aussagen
21	Fragen zum Thema
22	Thematische Zeichnungen
23	Themenfremde Zeichnungen
24	Themenfremde Aussagen, keine eindeutige Zuordnung
25	Ausstellungsbezug

Abbildung 55: Assoziationskategorien / Endfassung

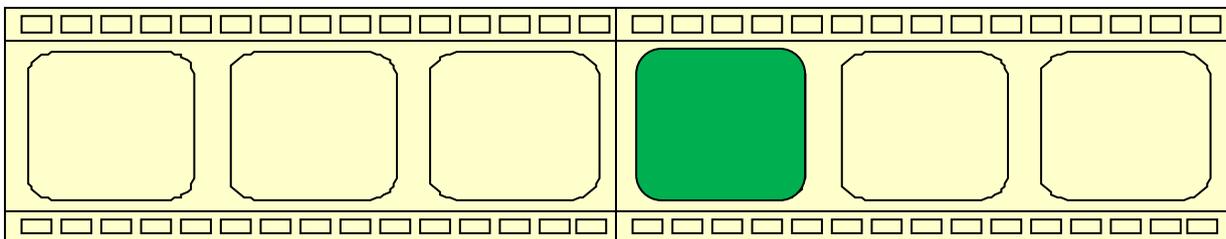
8.10 Software

Die notwendigen theoretischen Analysen, Auswertungen und Verschriftlichungen der vorliegenden Arbeit wurden mittels des Betriebssystems Windows 7, der Firma Microsoft durchgeführt. Die Verschriftlichung der vorliegenden Arbeit erfolgte mittels Microsoft Word 2007. Zur Analyse und Auswertung der Daten der vorliegenden Arbeit nutzte der Autor das Programm Microsoft Excel 2007.

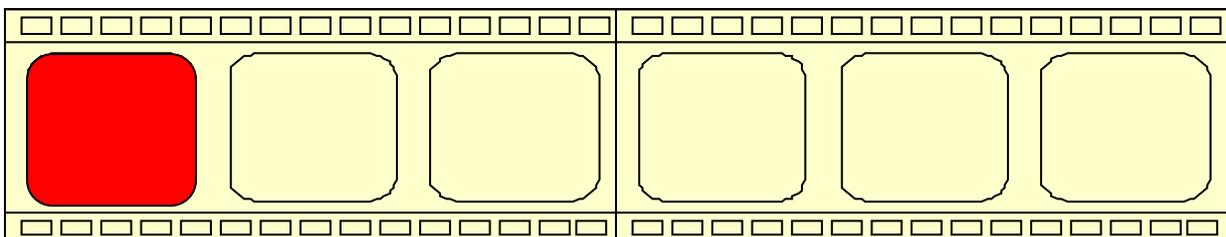
Es wurde bereits beschrieben, inwieweit die Videobeobachtung in der Sonderausstellung durchgeführt wurde. Um den Besuch und die Tätigkeiten eines Schülers in der Sonderausstellung zu erkennen und beurteilen zu können, musste aus den fünf Beobachtungswinkeln ein „durchgängiger“ Film erstellt werden. Dieser Film erfasste alle Tätigkeiten des Schülers an den Exponaten der Sonderausstellung. Mithilfe des Programms „Magix VideoPro3X“ war es möglich, aus den einzelnen Filmen einen „durchgängigen“ Film zu erstellen. Das nachfolgende Beispiel verdeutlicht den Zusammenschnitt.



Die Abbildung zeigt beispielhaft den Film der Kamera 3. Die blau eingefärbte Stelle markiert die herauszuschneidende Filmsequenz.

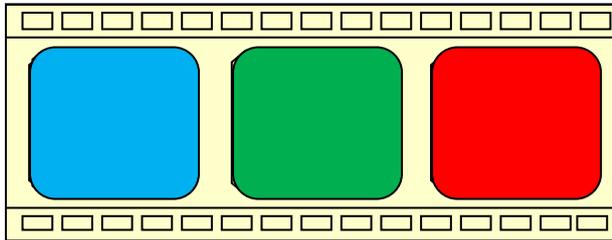


Die Abbildung zeigt beispielhaft den Film der Kamera 2. Die grün eingefärbte Stelle markiert die herauszuschneidende Filmsequenz.



Die Abbildung zeigt beispielhaft den Film der Kamera 5. Die rot eingefärbte Stelle markiert die herauszuschneidende Filmsequenz.

Die hier blau, grün und rot eingefärbten Sequenzen wurden für den Zusammenschnitt benötigt. Mithilfe des Programms „Magix VideoPro3X“ wurden die einzelnen Sequenzen herausgeschnitten und anschließend zu einem neuen Film zusammengesetzt.



Die Abbildung zeigt beispielhaft den neu erstellten Film.

Abbildung 56: Übersicht zur Erstellung eines Beobachtungsfilms

Im Anschluss mussten der neu erstellte Film in ein neues Format, beispielsweise AVI oder Quick Time Movie, exportiert werden.

Im nachfolgenden Abschnitt werden zunächst die Hypothesen-gebundenen Ergebnisse zur Befragung und Beobachtungen und anschließend die Hypothesen-übergreifenden Ergebnisse vorgestellt.

9.1 Hypothesenblock A

A. Leithypothese: Unter Schülern der Primarstufe und der Sekundarstufe I sind gute Kenntnisse zu Dinosauriern verbreitet. Entsprechend wird die Sonderausstellung positiv aufgenommen und führt zu Lerneffekten.

1. Hypothese: Die Befragung zeigt, dass Schüler der Primarstufe über ein größeres Wissen an Dinosauriern verfügen, als Schüler der Sekundarstufe I.

In diesem Abschnitt wird dargestellt, inwieweit sich die Befragungsergebnisse der Primar- und Sekundarstufe unterscheiden. In den nachfolgenden Abschnitten werden die Ausführungen der Schüler als „Assoziationen“ bezeichnet. Bei der Analyse der nachfolgenden Daten wird auf eine Darstellung von Zunahmen und Abnahmen von Assoziationen nicht eingegangen. Die Betrachtung dieser Ergebnisse erfolgt im Rahmen der Datenanalyse zur zweiten Hypothese. Es werden zunächst nur die Anzahl der Assoziationen bei der Vor- und Nachbefragung dargestellt.

Ergebnisse der Primarstufe

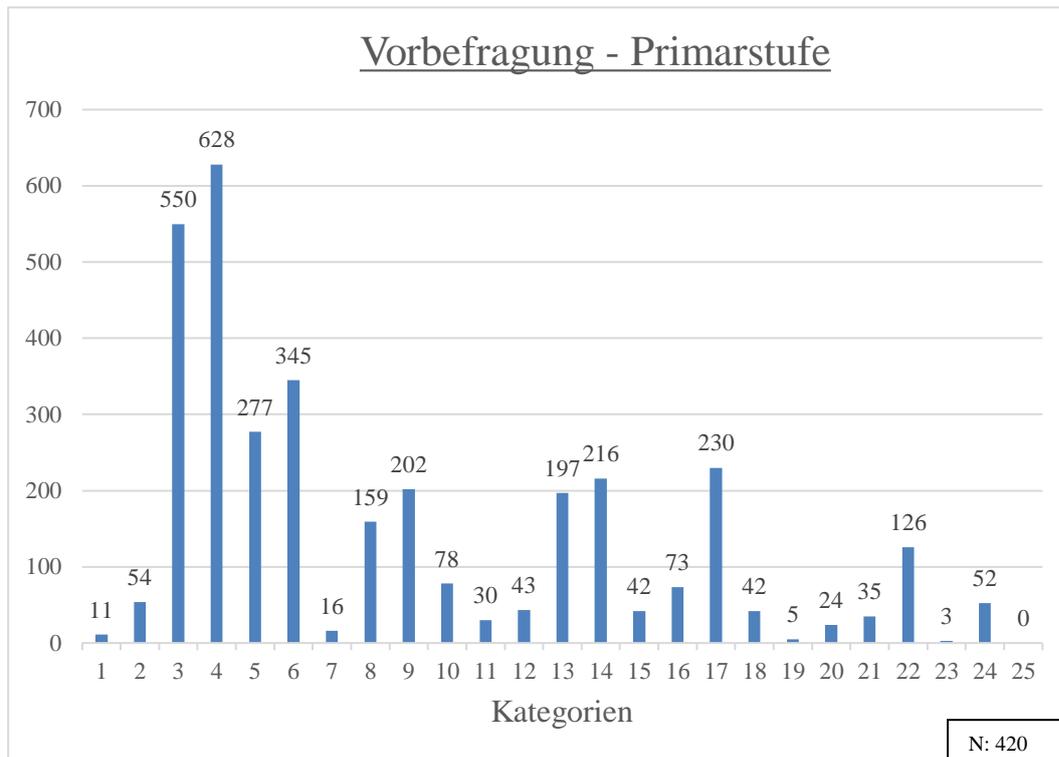


Abbildung 57: Ergebnis der Vorbefragung (Primarstufe) – absoluter Anteil

Kat	Kategorieschema zur Auswertung der Befragung		
1	Botanik	13	Erdgeschichte, Erdzeitalter, Lebenszeitraum
2	Zoologie	14	Aussterben (Theorie)
3	Arten	15	Vor- und Nachfahren / Verwandtschaftsbezüge
4	Namen	16	Forschung
5	Morphologie und Aussehen	17	Annahmen und Vermutungen
6	Größe und Gewicht	18	Persönliche Anmerkungen
7	Alter	19	Werbeträger
8	Lebensräume	20	Mediale Aussagen
9	Ernährungsverhalten	21	Fragen zum Thema
10	Fortpflanzung	22	Thematische Zeichnungen
11	Lebensweisen und Sozialverhalten	23	Themenfremde Zeichnungen
12	Kampf und Verteidigung	24	Themenfremde Aussagen, keine eindeutige Zuordnung
		25	Ausstellungsbezug

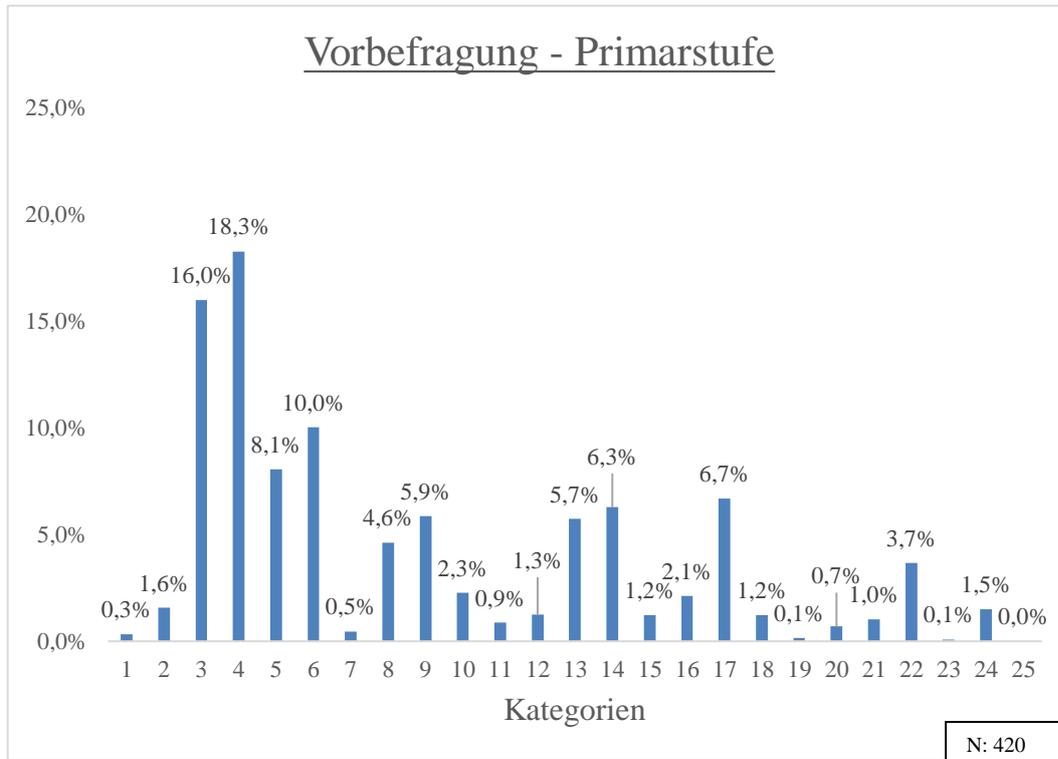


Abbildung 58: Ergebnis der Vorbefragung / % Anteil (Primarstufe)

Kat	Kategorieschema zur Auswertung der Befragung		
1	Botanik	13	Erdgeschichte, Erdzeitalter, Lebenszeitraum
2	Zoologie	14	Aussterben (Theorie)
3	Arten	15	Vor- und Nachfahren / Verwandtschaftsbezüge
4	Namen	16	Forschung
5	Morphologie und Aussehen	17	Annahmen und Vermutungen
6	Größe und Gewicht	18	Persönliche Anmerkungen
7	Alter	19	Werbeträger
8	Lebensräume	20	Mediale Aussagen
9	Ernährungsverhalten	21	Fragen zum Thema
10	Fortpflanzung	22	Thematische Zeichnungen
11	Lebensweisen und Sozialverhalten	23	Themenfremde Zeichnungen
12	Kampf und Verteidigung	24	Themenfremde Aussagen, keine eindeutige Zuordnung
		25	Ausstellungsbezug

Bei der Vorbefragung zeigte sich, dass vor allem in der Kategorie 3 mit 550 (16,0%) Assoziationen und in der Kategorie 4 mit 628 (18,3%) Assoziationen die meisten Assoziationen vorlagen. Im Anschluss werden die Ergebnisse der Nachbefragung vorgestellt.

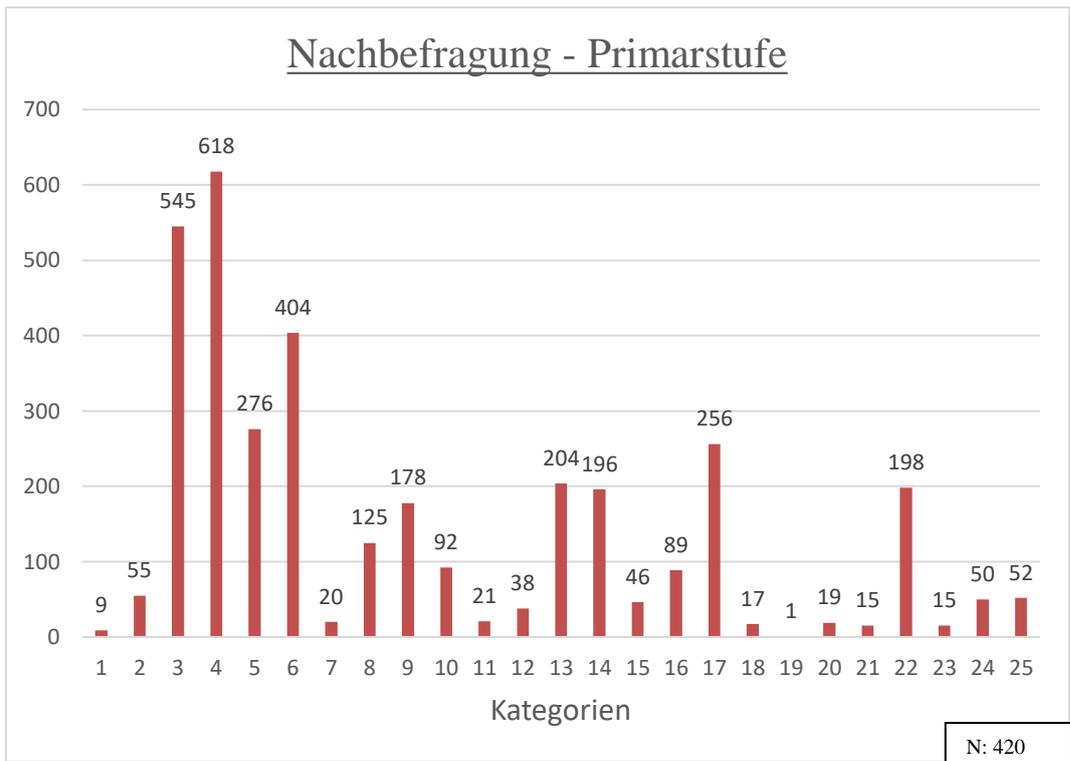


Abbildung 59: Ergebnis der Nachbefragung (Primarstufe) – absoluter Anteil

Kat	Kategorieschema zur Auswertung der Befragung		
1	Botanik	13	Erdgeschichte, Erdzeitalter, Lebenszeitraum
2	Zoologie	14	Aussterben (Theorie)
3	Arten	15	Vor- und Nachfahren / Verwandtschaftsbezüge
4	Namen	16	Forschung
5	Morphologie und Aussehen	17	Annahmen und Vermutungen
6	Größe und Gewicht	18	Persönliche Anmerkungen
7	Alter	19	Werbeträger
8	Lebensräume	20	Mediale Aussagen
9	Ernährungsverhalten	21	Fragen zum Thema
10	Fortpflanzung	22	Thematische Zeichnungen
11	Lebensweisen und Sozialverhalten	23	Themenfremde Zeichnungen
12	Kampf und Verteidigung	24	Themenfremde Aussagen, keine eindeutige Zuordnung
		25	Ausstellungsbezug

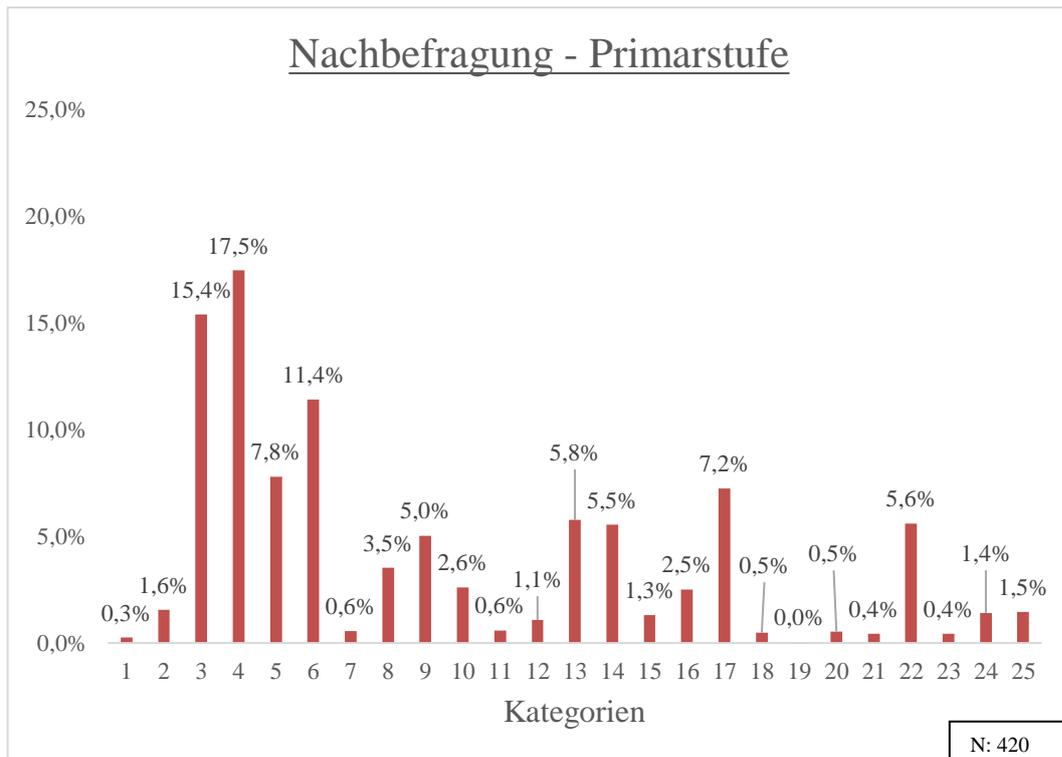


Abbildung 60: Ergebnis der Nachbefragung / % Anteil (Primarstufe)

Kat	Kategorieschema zur Auswertung der Befragung		
1	Botanik	13	Erdgeschichte, Erdzeitalter, Lebenszeitraum
2	Zoologie	14	Aussterben (Theorie)
3	Arten	15	Vor- und Nachfahren / Verwandtschaftsbezüge
4	Namen	16	Forschung
5	Morphologie und Aussehen	17	Annahmen und Vermutungen
6	Größe und Gewicht	18	Persönliche Anmerkungen
7	Alter	19	Werbeträger
8	Lebensräume	20	Mediale Aussagen
9	Ernährungsverhalten	21	Fragen zum Thema
10	Fortpflanzung	22	Thematische Zeichnungen
11	Lebensweisen und Sozialverhalten	23	Themenfremde Zeichnungen
12	Kampf und Verteidigung	24	Themenfremde Aussagen, keine eindeutige Zuordnung
		25	Ausstellungsbezug

Auch die Nachbefragung zeigt, dass vor allem der Kategorie 3 mit 545 (15,4%) Assoziationen und der Kategorie 4 mit 618 (17,5%) Assoziationen die meisten Assoziationen zugeordnet werden konnten. Nachfolgend werden die Ergebnisse der Sekundarstufe I dargelegt.

Ergebnis der Sekundarstufe I

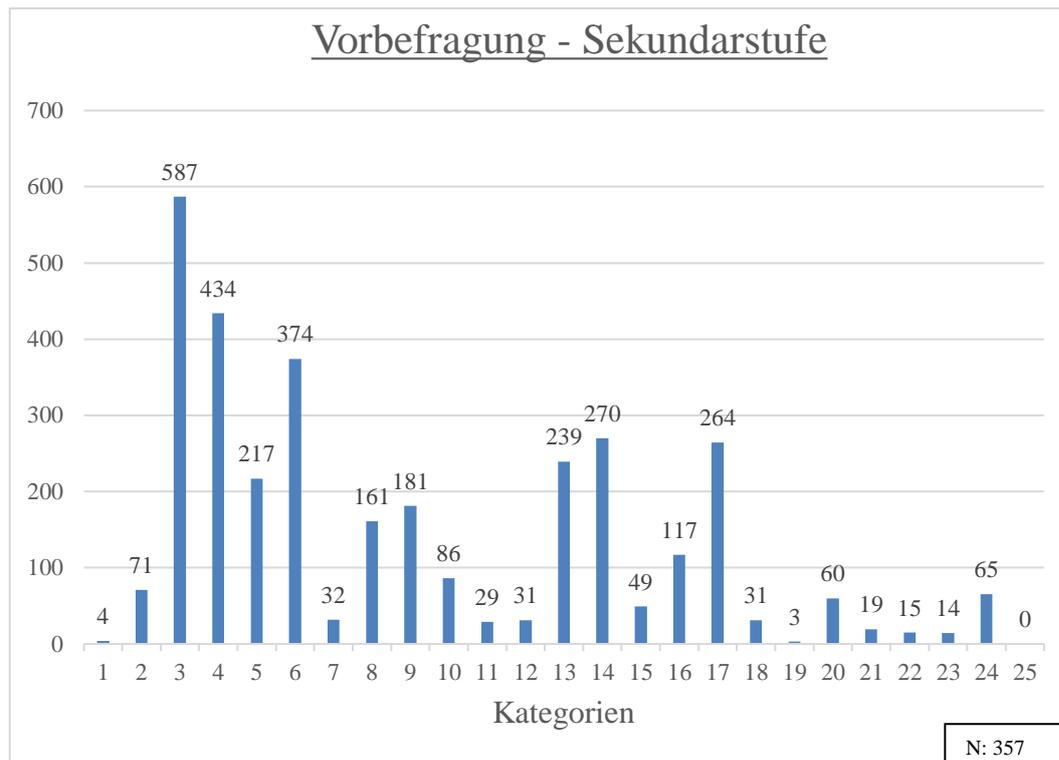


Abbildung 61: Ergebnis der Vorbefragung (Sekundarstufe I) – absoluter Anteil

Kat	Kategorieschema zur Auswertung der Befragung		
1	Botanik	13	Erdgeschichte, Erdzeitalter, Lebenszeitraum
2	Zoologie	14	Aussterben (Theorie)
3	Arten	15	Vor- und Nachfahren / Verwandtschaftsbezüge
4	Namen	16	Forschung
5	Morphologie und Aussehen	17	Annahmen und Vermutungen
6	Größe und Gewicht	18	Persönliche Anmerkungen
7	Alter	19	Werbeträger
8	Lebensräume	20	Mediale Aussagen
9	Ernährungsverhalten	21	Fragen zum Thema
10	Fortpflanzung	22	Thematische Zeichnungen
11	Lebensweisen und Sozialverhalten	23	Themenfremde Zeichnungen
12	Kampf und Verteidigung	24	Themenfremde Aussagen, keine eindeutige Zuordnung
		25	Ausstellungsbezug

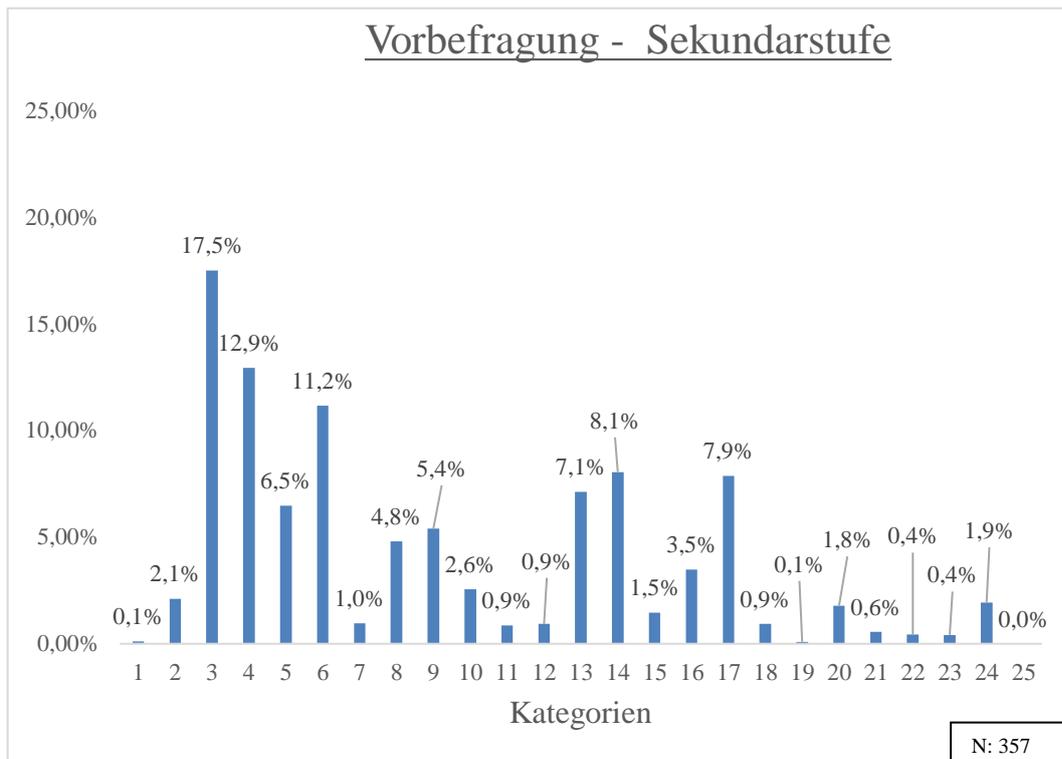


Abbildung 62: Ergebnis der Vorbefragung / % Anteil (Sekundarstufe I)

Kat	Kategorieschema zur Auswertung der Befragung		
1	Botanik	13	Erdgeschichte, Erdzeitalter, Lebenszeitraum
2	Zoologie	14	Aussterben (Theorie)
3	Arten	15	Vor- und Nachfahren / Verwandtschaftsbezüge
4	Namen	16	Forschung
5	Morphologie und Aussehen	17	Annahmen und Vermutungen
6	Größe und Gewicht	18	Persönliche Anmerkungen
7	Alter	19	Werbeträger
8	Lebensräume	20	Mediale Aussagen
9	Ernährungsverhalten	21	Fragen zum Thema
10	Fortpflanzung	22	Thematische Zeichnungen
11	Lebensweisen und Sozialverhalten	23	Themenfremde Zeichnungen
12	Kampf und Verteidigung	24	Themenfremde Aussagen, keine eindeutige Zuordnung
		25	Ausstellungsbezug

Aus der Grafik ist zu entnehmen, dass die meisten Assoziationen den Kategorien 3 mit 587 (17,5%) Assoziationen und der Kategorie 4 mit 434 (12,9%) Assoziationen zugeordnet werden konnten. Nachstehend wird das Ergebnis der Nachbefragung zu den Klassen der Sekundarstufe I vorgelegt.

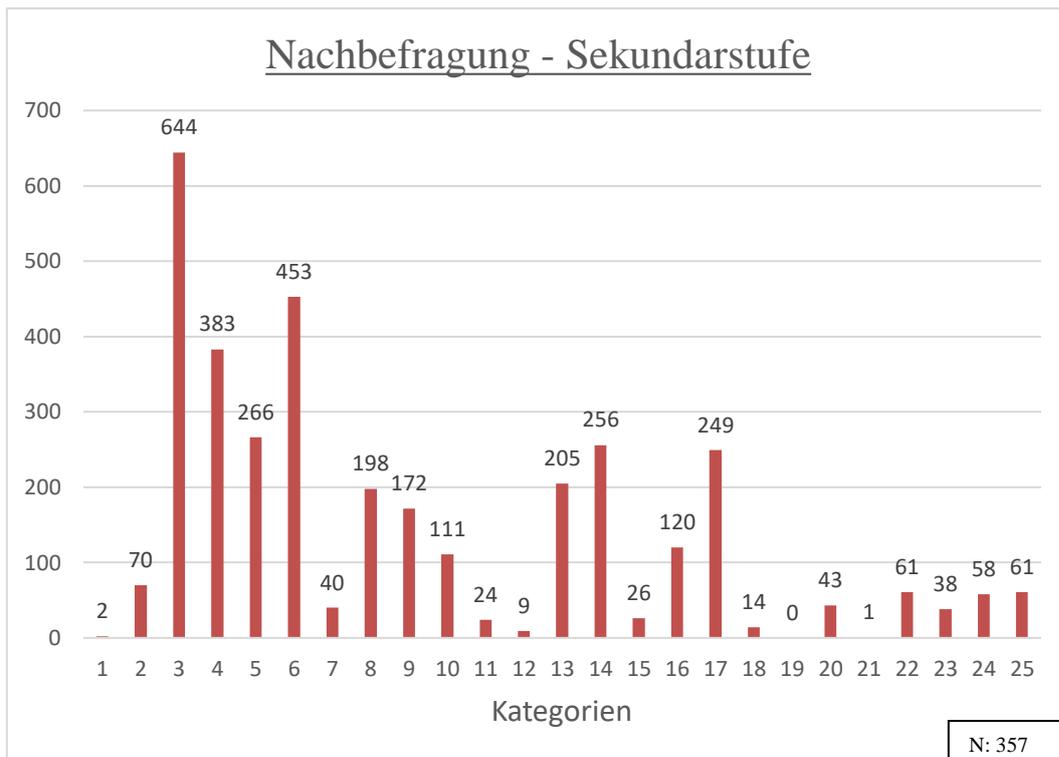


Abbildung 63: Ergebnis der Nachbefragung (Sekundarstufe I) – absoluter Anteil

Kat	Kategorieschema zur Auswertung der Befragung		
1	Botanik	13	Erdgeschichte, Erdzeitalter, Lebenszeitraum
2	Zoologie	14	Aussterben (Theorie)
3	Arten	15	Vor- und Nachfahren / Verwandtschaftsbezüge
4	Namen	16	Forschung
5	Morphologie und Aussehen	17	Annahmen und Vermutungen
6	Größe und Gewicht	18	Persönliche Anmerkungen
7	Alter	19	Werbeträger
8	Lebensräume	20	Mediale Aussagen
9	Ernährungsverhalten	21	Fragen zum Thema
10	Fortpflanzung	22	Thematische Zeichnungen
11	Lebensweisen und Sozialverhalten	23	Themenfremde Zeichnungen
12	Kampf und Verteidigung	24	Themenfremde Aussagen, keine eindeutige Zuordnung
		25	Ausstellungsbezug

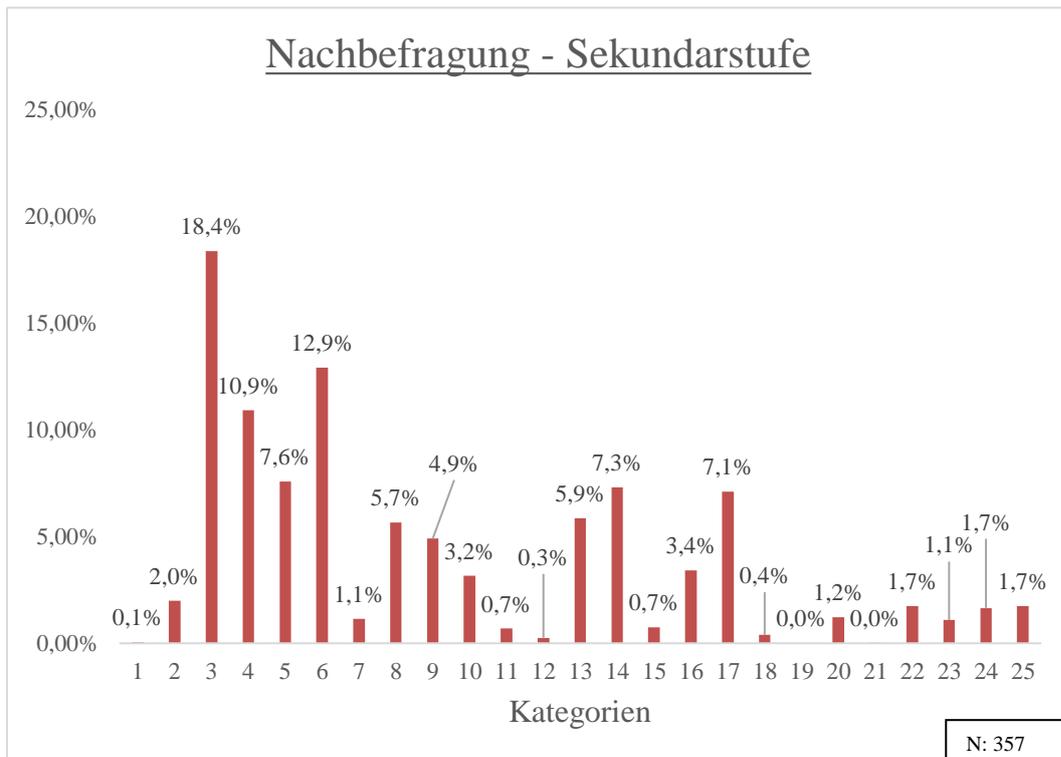


Abbildung 64: Ergebnis der Nachbefragung / % Anteil (Sekundarstufe I)

Bei der Nachbefragung zeigte sich, dass nicht mehr die Kategorien 3 und 4 zusammen die Spitzengruppe bildeten. Bei der Nachbefragung wurden die meisten Assoziationen den Kategorien 3 mit 644 (18,4%) Assoziationen und der Kategorie 6 mit 453 (12,9%) Assoziationen zugeordnet.

Kat	Kategorieschema zur Auswertung der Befragung		
1	Botanik	13	Erdgeschichte, Erdzeitalter, Lebenszeitraum
2	Zoologie	14	Aussterben (Theorie)
3	Arten	15	Vor- und Nachfahren / Verwandtschaftsbezüge
4	Namen	16	Forschung
5	Morphologie und Aussehen	17	Annahmen und Vermutungen
6	Größe und Gewicht	18	Persönliche Anmerkungen
7	Alter	19	Werbeträger
8	Lebensräume	20	Mediale Aussagen
9	Ernährungsverhalten	21	Fragen zum Thema
10	Fortpflanzung	22	Thematische Zeichnungen
11	Lebensweisen und Sozialverhalten	23	Themenfremde Zeichnungen
12	Kampf und Verteidigung	24	Themenfremde Aussagen, keine eindeutige Zuordnung
		25	Ausstellungsbezug

Hypothesen-Überprüfung

Die Schüleranzahl setzt sich aus 420 Schülern der Primarstufe und 357 Schülern der Sekundarstufe I zusammen. Das entspricht einem Anteil von 54% (54,05%) Schülern der Primarstufe und 46% (45,94%) Schülern der Sekundarstufe I.

Im Rahmen der Vorbefragung wurden von den Schülern der Primar- und Sekundarstufe I insgesamt 6791 Assoziationen zum Thema „Dinosaurier“ abgegeben. Hiervon wurden 3438 Assoziationen von Schülern der Primarstufe abgegeben. Das entspricht einem Anteil von 51% (50,62). Die Schüler der Sekundarstufe I gaben insgesamt 3353 Assoziationen ab. Das entspricht einem Anteil von 49% (49,37). Betrachtet man also das Gesamtergebnis, kann die oben aufgestellte Hypothese nicht bestätigt werden, da das Ergebnis der beiden Schülergruppen nahezu identisch ist.

Im Anschluss wird das Ergebnis der Nachbefragung vorgestellt. Insgesamt gaben die Schüler der Primar- und Sekundarstufe I 7043 Assoziationen ab.

Insgesamt gaben die Schüler der Primarstufe 3539 Assoziationen ab. Das entspricht einem Anteil von 50% (50,24%). Die Schüler der Sekundarstufe I gaben 3504 Assoziationen ab. Der Anteil liegt damit bei 50% (49,75%). Die zu überprüfende Hypothese kann auch in diesem Fall nicht bestätigt werden, da auch hier das Ergebnis nahezu identisch ist.

2. Hypothese: Bei der Nachbefragung ist bei beiden Schulstufen eine höhere Anzahl an Assoziationen zum Begriff „Dinosaurier“ festzustellen als bei der Vorbefragung.

Innerhalb der Ausführungen zur ersten Hypothese wurde bereits dargestellt, inwieweit sich die Assoziationen der Schüler auf die einzelnen Kategorien bei Vor- und Nachbefragung verteilt haben. Eine detaillierte Aufschlüsselung erfolgt bei der nachfolgenden Hypothesen-Überprüfung. Es werden zunächst die Ergebnisse der Primarstufe und anschließend die Ergebnisse der Sekundarstufe I vorgestellt.

Ergebnisse der Primarstufe

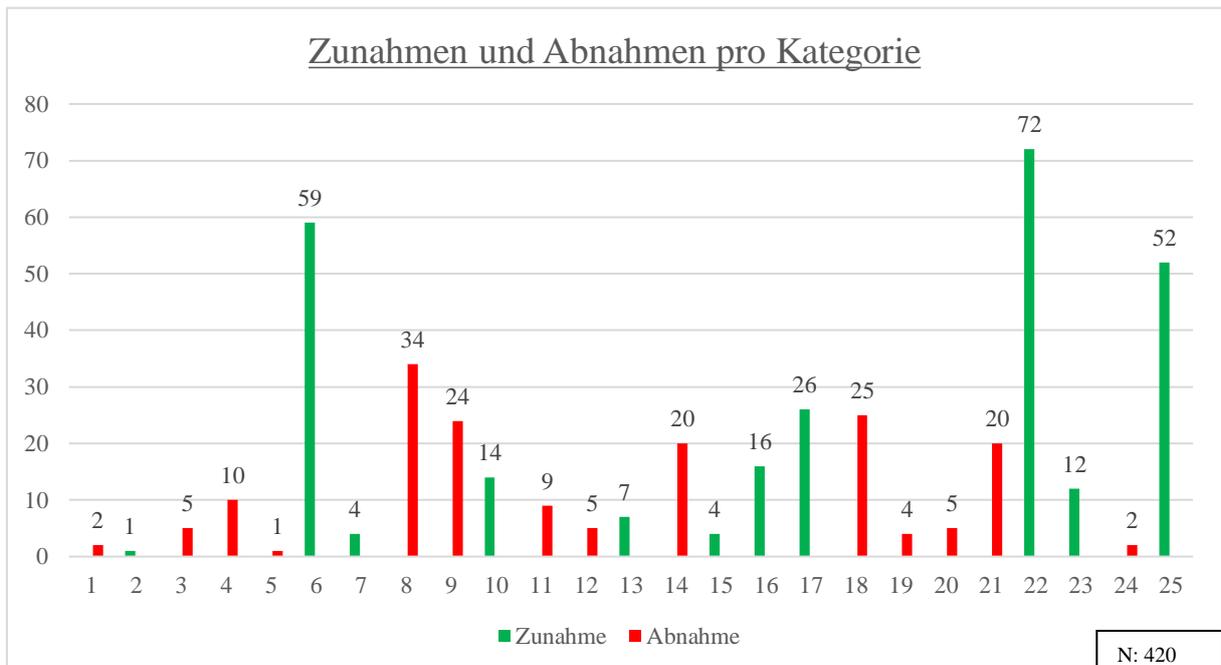


Abbildung 65: Zunahmen und Abnahmen pro Kategorie (Primarstufe) – absoluter Anteil

Kat	Kategorieschema zur Auswertung der Befragung		
1	Botanik	13	Erdgeschichte, Erdzeitalter, Lebenszeitraum
2	Zoologie	14	Aussterben (Theorie)
3	Arten	15	Vor- und Nachfahren / Verwandtschaftsbezüge
4	Namen	16	Forschung
5	Morphologie und Aussehen	17	Annahmen und Vermutungen
6	Größe und Gewicht	18	Persönliche Anmerkungen
7	Alter	19	Werbeträger
8	Lebensräume	20	Mediale Aussagen
9	Ernährungsverhalten	21	Fragen zum Thema
10	Fortpflanzung	22	Thematische Zeichnungen
11	Lebensweisen und Sozialverhalten	23	Themenfremde Zeichnungen
12	Kampf und Verteidigung	24	Themenfremde Aussagen, keine eindeutige Zuordnung
		25	Ausstellungsbezug

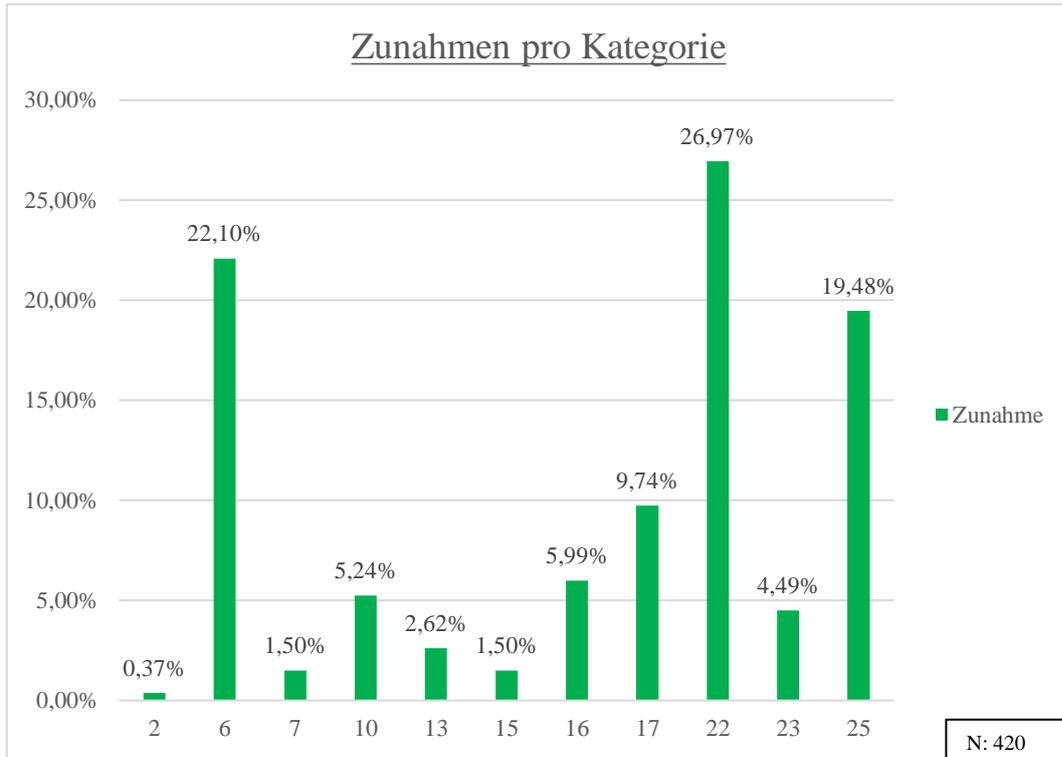


Abbildung 66: Zunahmen pro Kategorie / % Anteil (Primarstufe)

Kat	Kategorieschema zur Auswertung der Befragung		
1	Botanik	13	Erdgeschichte, Erdzeitalter, Lebenszeitraum
2	Zoologie	14	Aussterben (Theorie)
3	Arten	15	Vor- und Nachfahren / Verwandtschaftsbezüge
4	Namen	16	Forschung
5	Morphologie und Aussehen	17	Annahmen und Vermutungen
6	Größe und Gewicht	18	Persönliche Anmerkungen
7	Alter	19	Werbeträger
8	Lebensräume	20	Mediale Aussagen
9	Ernährungsverhalten	21	Fragen zum Thema
10	Fortpflanzung	22	Thematische Zeichnungen
11	Lebensweisen und Sozialverhalten	23	Themenfremde Zeichnungen
12	Kampf und Verteidigung	24	Themenfremde Aussagen, keine eindeutige Zuordnung
		25	Ausstellungsbezug

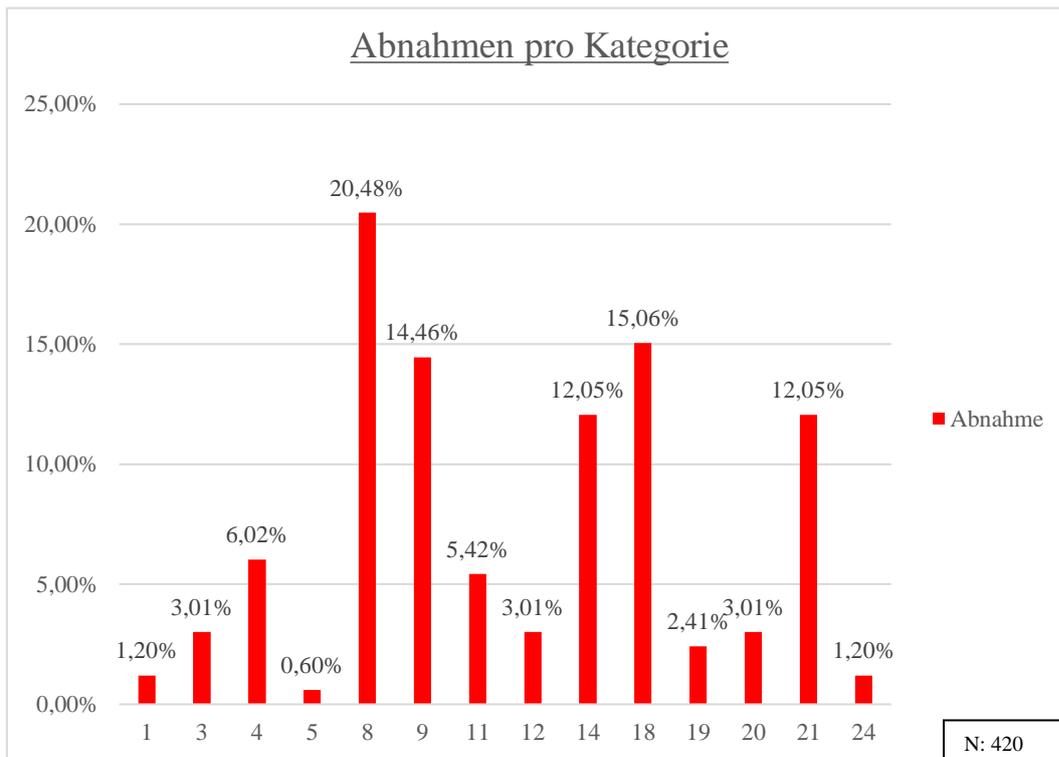


Abbildung 67: Abnahmen pro Kategorie / % Anteil (Primarstufe)

Kat	Kategorieschema zur Auswertung der Befragung		
1	Botanik	13	Erdgeschichte, Erdzeitalter, Lebenszeitraum
2	Zoologie	14	Aussterben (Theorie)
3	Arten	15	Vor- und Nachfahren / Verwandtschaftsbezüge
4	Namen	16	Forschung
5	Morphologie und Aussehen	17	Annahmen und Vermutungen
6	Größe und Gewicht	18	Persönliche Anmerkungen
7	Alter	19	Werbeträger
8	Lebensräume	20	Mediale Aussagen
9	Ernährungsverhalten	21	Fragen zum Thema
10	Fortpflanzung	22	Thematische Zeichnungen
11	Lebensweisen und Sozialverhalten	23	Themenfremde Zeichnungen
12	Kampf und Verteidigung	24	Themenfremde Aussagen, keine eindeutige Zuordnung
		25	Ausstellungsbezug

Die Ergebnisse zeigen einen Zuwachs vor allem in der Kategorie 6 mit 59 (22,10%) Assoziationen und in der Kategorie 22 mit 72 (26,97%) Assoziationen. Hingegen traten Verluste in der Kategorie 8 mit 34 (20,48%) Assoziationen, Kategorie 9 mit 24 (14,46%) Assoziationen und Kategorie 18 mit 25 (15,06%) Assoziationen auf. Zusammengefasst ist eine Zunahme von 267 Assoziationen und eine Abnahme von 166 Assoziationen in den jeweiligen

Kategorien festzustellen. Somit kann eine Gesamtzunahme von 101 Assoziationen festgehalten werden.

Ergebnisse der Sekundarstufe I

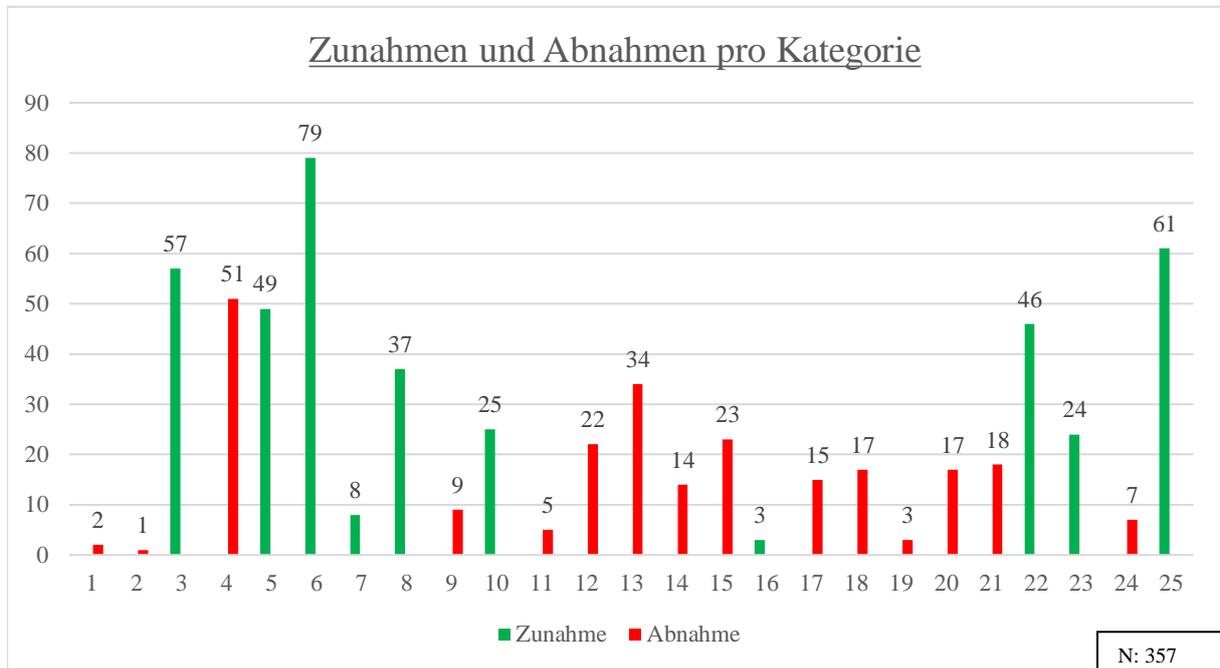


Abbildung 68: Zunahmen und Abnahmen pro Kategorie (Sekundarstufe I) – absoluter Anteil

Kat	Kategorieschema zur Auswertung der Befragung		
1	Botanik	13	Erdgeschichte, Erdzeitalter, Lebenszeitraum
2	Zoologie	14	Aussterben (Theorie)
3	Arten	15	Vor- und Nachfahren / Verwandtschaftsbezüge
4	Namen	16	Forschung
5	Morphologie und Aussehen	17	Annahmen und Vermutungen
6	Größe und Gewicht	18	Persönliche Anmerkungen
7	Alter	19	Werbeträger
8	Lebensräume	20	Mediale Aussagen
9	Ernährungsverhalten	21	Fragen zum Thema
10	Fortpflanzung	22	Thematische Zeichnungen
11	Lebensweisen und Sozialverhalten	23	Themenfremde Zeichnungen
12	Kampf und Verteidigung	24	Themenfremde Aussagen, keine eindeutige Zuordnung
		25	Ausstellungsbezug

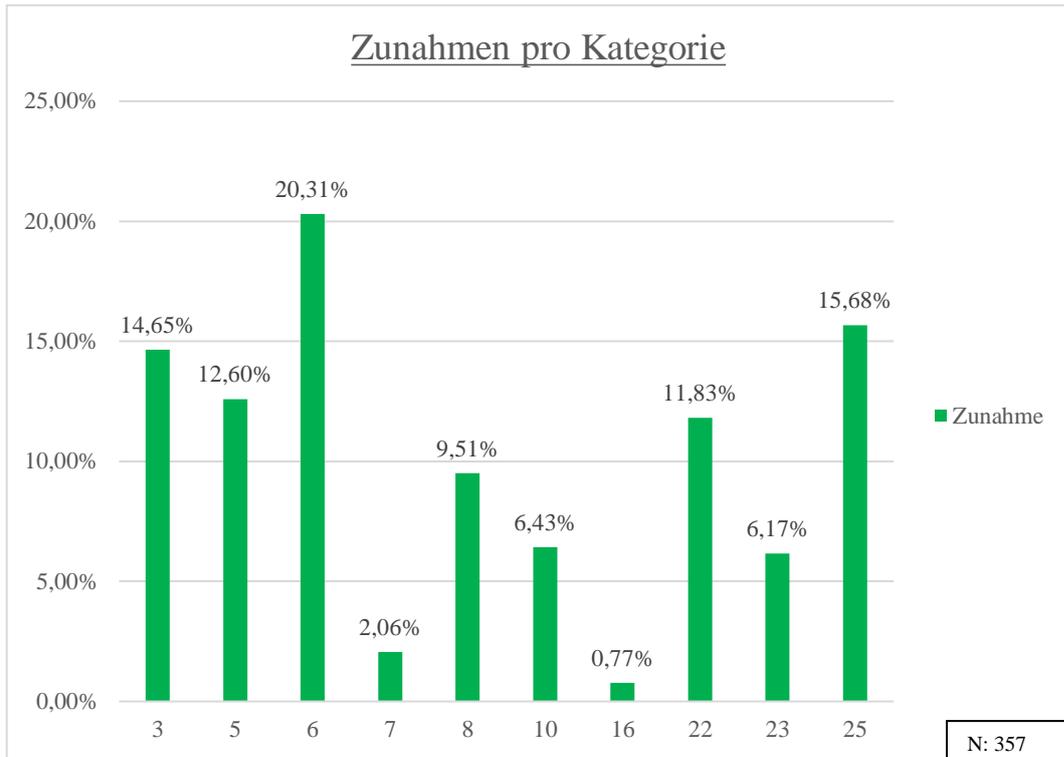


Abbildung 69: Zunahmen pro Kategorie / % Anteil (Sekundarstufe I)

Kat	Kategorieschema zur Auswertung der Befragung		
1	Botanik	13	Erdgeschichte, Erdzeitalter, Lebenszeitraum
2	Zoologie	14	Aussterben (Theorie)
3	Arten	15	Vor- und Nachfahren / Verwandtschaftsbezüge
4	Namen	16	Forschung
5	Morphologie und Aussehen	17	Annahmen und Vermutungen
6	Größe und Gewicht	18	Persönliche Anmerkungen
7	Alter	19	Werbeträger
8	Lebensräume	20	Mediale Aussagen
9	Ernährungsverhalten	21	Fragen zum Thema
10	Fortpflanzung	22	Thematische Zeichnungen
11	Lebensweisen und Sozialverhalten	23	Themenfremde Zeichnungen
12	Kampf und Verteidigung	24	Themenfremde Aussagen, keine eindeutige Zuordnung
		25	Ausstellungsbezug

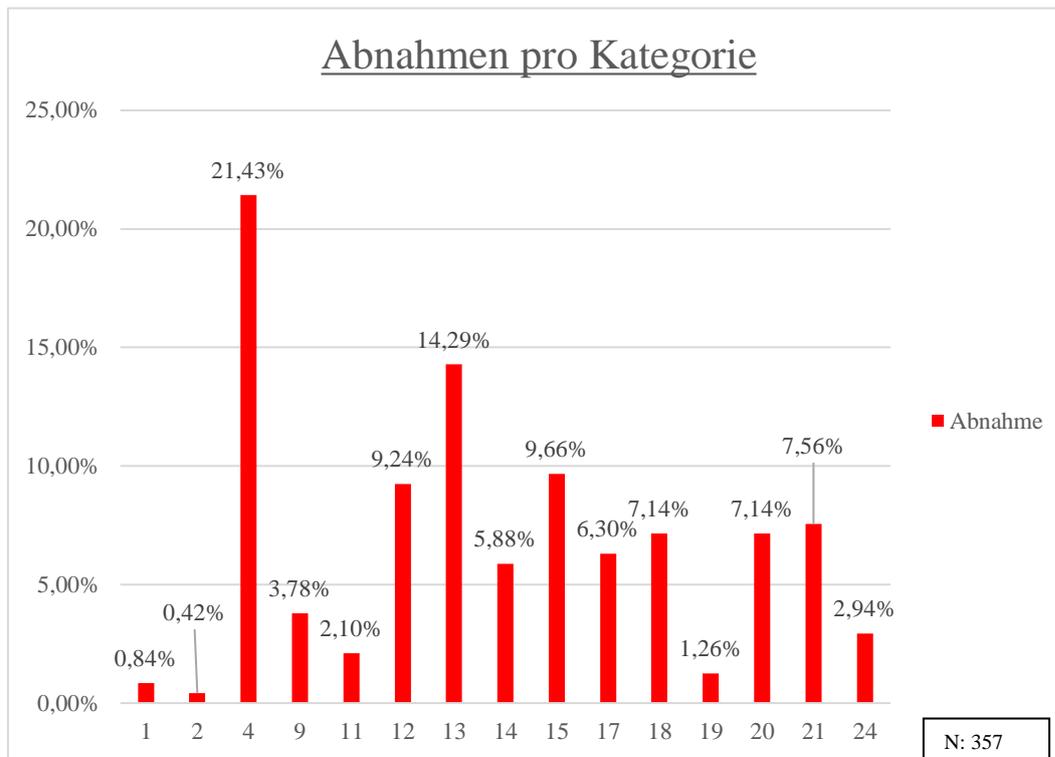


Abbildung 70: Abnahmen pro Kategorie / % Anteil (Sekundarstufe I)

Kat	Kategorieschema zur Auswertung der Befragung		
1	Botanik	13	Erdgeschichte, Erdzeitalter, Lebenszeitraum
2	Zoologie	14	Aussterben (Theorie)
3	Arten	15	Vor- und Nachfahren / Verwandtschaftsbezüge
4	Namen	16	Forschung
5	Morphologie und Aussehen	17	Annahmen und Vermutungen
6	Größe und Gewicht	18	Persönliche Anmerkungen
7	Alter	19	Werbeträger
8	Lebensräume	20	Mediale Aussagen
9	Ernährungsverhalten	21	Fragen zum Thema
10	Fortpflanzung	22	Thematische Zeichnungen
11	Lebensweisen und Sozialverhalten	23	Themenfremde Zeichnungen
12	Kampf und Verteidigung	24	Themenfremde Aussagen, keine eindeutige Zuordnung
		25	Ausstellungsbezug

Es ist zu erkennen, dass es vor allem in den Kategorie 3 mit 57 (14,65%) und Kategorie 6 mit 79 (20,31%) Assoziationen zu einem Zugewinn gekommen ist. Hingegen ist eine Assoziations-Abnahme in Kategorie 4 mit 51 (21,43%) Assoziationen und in Kategorie 13 mit 34 (14,29%) Assoziationen zu verzeichnen. Zusammengefasst zeigt sich eine Gesamtzunahme von 389

Assoziationen in den jeweiligen Kategorien und einer Gesamtabnahme von 238 Assoziationen in den jeweiligen Kategorien. Somit resultiert ein Gesamtzuwachs von 151 Assoziationen.

Hypothesen-Überprüfung

Die Schüler der Primarstufe gaben im Rahmen der Vorbefragung insgesamt 3438 und bei der Nachbefragung 3539 Assoziationen ab. Damit konnte ein Anstieg von 101 Assoziationen festgestellt werden. Von den Schülern der Sekundarstufe I wurden bei der Vorbefragung 3353 und bei der Nachbefragung 3504 Assoziationen abgegeben. Der Anstieg betrug damit 151 Assoziationen.

Zusammengefasst kann festgehalten werden, dass bei der Primar- als auch bei der Sekundarstufe I die vorangestellte Hypothese nicht eindeutig bestätigt werden kann. In beiden Schulstufen ist zwischen der Vor- und Nachbefragung nur eine leichte Gesamtzunahme an Assoziationen festzustellen.

9.2 Hypothesenblock B

B. Leithypothese: Mädchen und Jungen unterscheiden sich in der Nutzung und im Effekt der Sonderausstellung.

1. *Hypothese:* Bei der Nachbefragung zeigt sich, dass sich Mädchen mehr an die Ausstellung und an die Exponate erinnern können als die Jungen.

Von den insgesamt 78 Schülern, die Ausstellungsbezüge genommen haben, waren 45 Mädchen (57,69%) und 33 Jungen (42,31%). Diese Verteilung zeigt zunächst, dass mehr Mädchen zur Ausstellung Bezug nahmen als Jungen. Von den Jungen wurden insgesamt 47 (41,59%) Assoziationen und von den Mädchen wurden 66 (58,40%) Assoziationen abgegeben.

Aus der nachfolgenden Grafik ist zu entnehmen, in welchem Umfang Mädchen und Jungen Ausstellungsbezug nahmen.

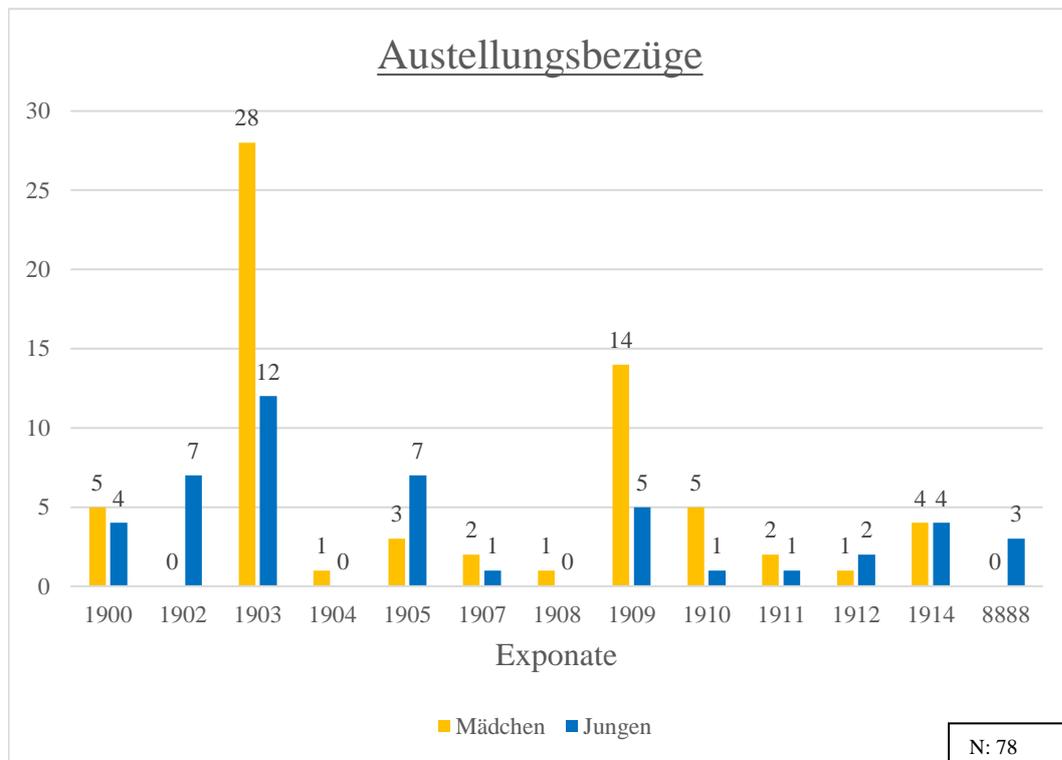


Abbildung 71: Ausstellungsbezug von Mädchen und Jungen – absoluter Anteil

Die nachstehende Grafik zeigt die prozentuale Verteilung der Assoziationen von Mädchen und Jungen, gemessen an ihrer jeweiligen Gesamtanzahl von Assoziationen (Mädchen: 66 / Jungen: 47 Assoziationen)

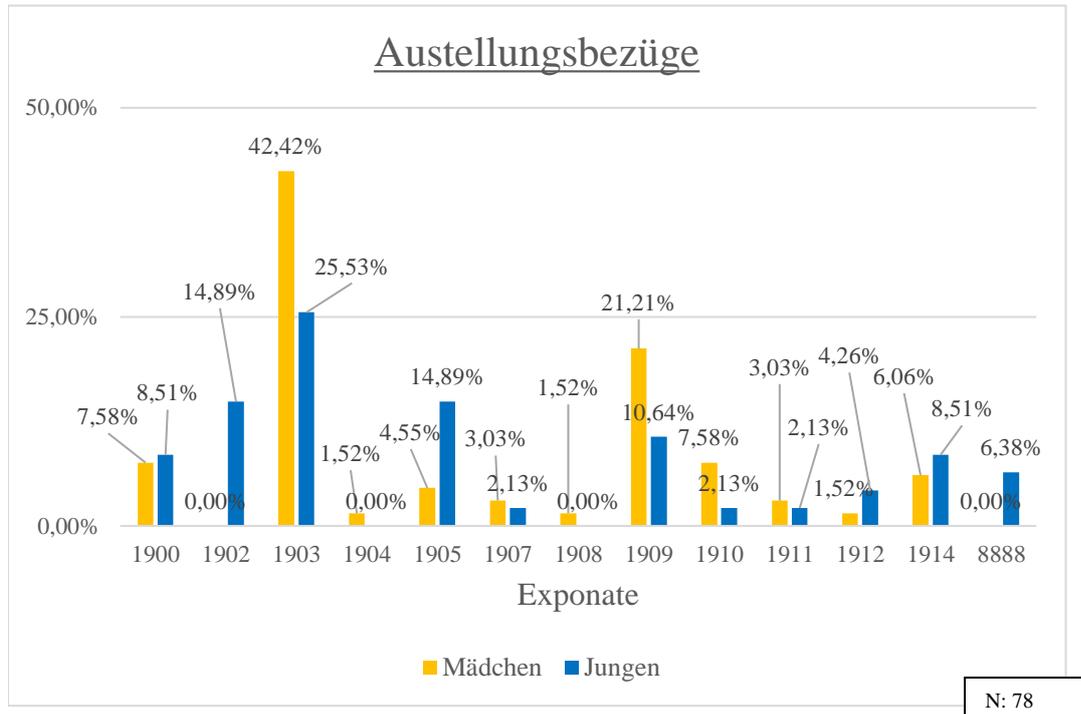


Abbildung 72: Ausstellungsbezug von Mädchen und Jungen / % Anteil

Nr.	Exponat	Exponat
1900	Ausstellung	1908 Die Vielfalt der Dinosaurier
1901	Wissen oder Fantasie	1909 Viel Kraft im Hals
1902	Beine als Pendel	1910 Ausstellungsstücke
1903	Gewaltige Masse	1911 3D Puzzle
1904	Halsbewegung	1912 Gewaltige Größe
1905	Stabiler Stand	1913 Dinolexikon
1906	Das Tragesystem des Rumpfes	1914 T-Rex Modell
1907	Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst...	8888 nicht zuzuordnen

Das Ergebnis zeigt, dass die Mädchen mit 42,42% am häufigsten auf das Exponat „Gewaltige Masse“ (1903) Bezug nahmen. Am zweithäufigsten nahmen sie mit 21,21% Bezug auf das Exponat „Viel Kraft im Hals“ (1909).

Die Jungen nahmen mit 25,53% am häufigsten auf das Exponat „Gewaltige Masse“ (1903) Bezug. Am zweithäufigsten nahmen die Jungen, entgegen der Mädchen, Bezug zu den Exponaten „Beine als Pendel“ (1902) und „Stabiler Stand“ (1905) mit jeweils 14,89%.

Auf die Exponate „Wissen oder Fantasie“ (1901), „Das Tragesystem des Rumpfes“ (1906) und das „Dinolexikon“ (1913) nahmen weder die Mädchen noch die Jungen Bezug. Aus diesem Grund sind diese drei Exponate auch nicht mit aufgeführt.

Hypothesen-Überprüfung

Die 78 Schüler nahmen im Rahmen der Nachbefragung 113mal Bezug zu den Exponaten und Ausstellungsstücken der Sonderausstellung. Hiervon bezogen sich die Mädchen 66mal auf die Exponate und Ausstellungsstücke. Das entspricht einem Anteil von etwa 58% aller Nennungen. Der Anteil der Jungen mit 47 Ausstellungsbezügen entspricht etwa 42% aller Nennungen. Das hier dargestellte Ergebnis zeigt, dass die vorangestellte Hypothese nicht bestätigt werden kann. Bezieht man die Anzahl der Nennungen auf die Anzahl der Mädchen bzw. der Jungen ist das Ergebnis fast identisch.

$$66 \text{ Nennungen} \div 45 \text{ Mädchen} = 1,46 \text{ Nennen pro Mädchen}$$

$$47 \text{ Nennungen} \div 33 \text{ Jungen} = 1,42 \text{ Nennungen pro Junge}$$

2. Hypothese: Die Beschilderungen an den verschiedenen Exponaten wird von Jungen weniger gelesen als von Mädchen.

Im Kapitel „Methodik“ und dabei im Abschnitt „Die Sonderausstellung ‚Physik der Dinosaurier‘“ wurde bereits darauf eingegangen, dass sich die Exponate der „regulären“ Ausstellung und die der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ in ihrer Gestaltung unterscheiden. In der Dinosaurier-Ausstellung besteht für den Besucher die Möglichkeit, neben einer kurzen „Versuchsanleitung“ noch weitere Informationen zu erhalten. Die Informationsstationen „Wissen oder Fantasie“ (1901), „Die Vielfalt der Dinosaurier“ (1908), „Ausstellungsstücke“ (1910), „Gewaltige Größe“ (1912), Dinolexikon (1913) und das T-Rex-Modell (1914) dienen primär der Informationsweitergabe.

An den übrigen Exponaten erhalten die Schüler nur kurze Erläuterungen. Aufgrund dieses Unterschieds soll der obigen Hypothese nachgegangen werden, um zu untersuchen, inwieweit ein höheres Maß an Information vom Besucher genutzt wird. Bei der Datenauswertung musste eine direkte „Lesetätigkeit“ des Schülers erkennbar sein. D.h. der Blick sollte auf das Informationsschild gerichtet sein. Eine Betrachtung unter fünf Sekunden wurde als „nicht gelesen“ eingestuft. Damit wurde auch den aufgestellten Beobachtungskategorien Rechnung getragen.

Im Anschluss wird dargestellt inwieweit Mädchen und Jungen die Beschilderungen an den Exponaten bzw. den oben genannten Informationsstationen genutzt haben.

Ergebnis der Mädchen

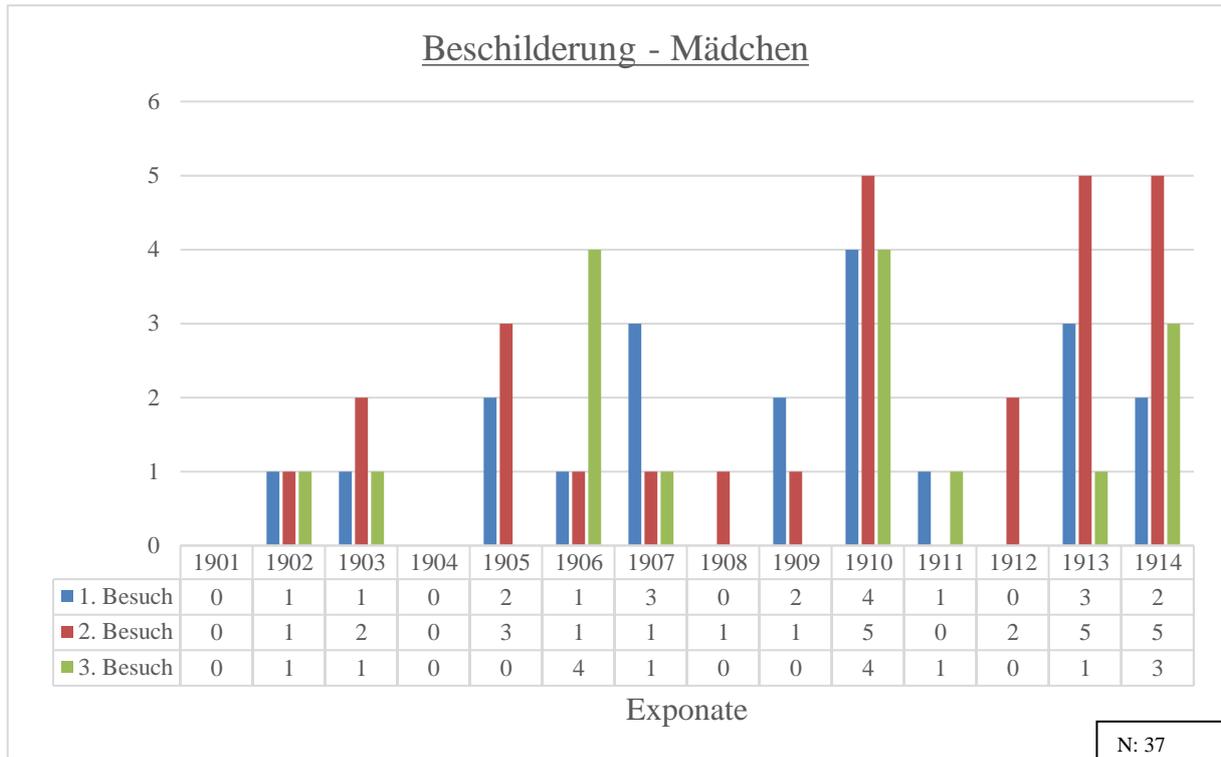


Abbildung 73: Beschilderung – Mädchen / absolute Häufigkeit

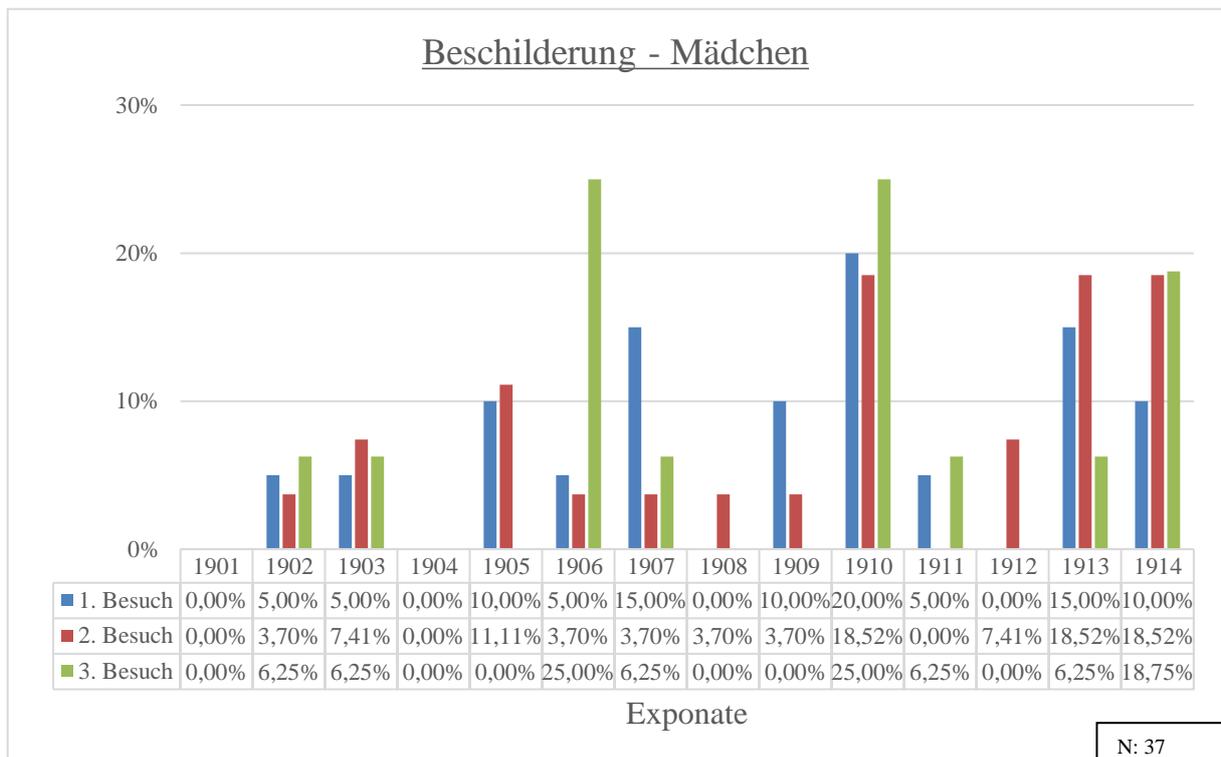


Abbildung 74: Beschilderung - Mädchen / % Anteil

Nr.	Exponat		Exponat
1900	Ausstellung	1908	Die Vielfalt der Dinosaurier
1901	Wissen oder Fantasie	1909	Viel Kraft im Hals
1902	Beine als Pendel	1910	Ausstellungsstücke
1903	Gewaltige Masse	1911	3D Puzzle
1904	Halsbewegung	1912	Gewaltige Größe
1905	Stabiler Stand	1913	Dinolexikon
1906	Das Tragesystem des Rumpfes	1914	T-Rex Modell
1907	Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst...	8888	nicht zuzuordnen

Es ist zu erkennen, dass beim ersten Besuch die Mädchen mit 15% die Beschilderung am häufigsten am aktiven Exponat „Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst“ (1907) gelesen haben. Am zweithäufigsten wurden die Beschilderungen an den Exponaten „Stabiler Stand“ (1905) und „Viel Kraft im Hals“ (1909) mit jeweils 10% gelesen. In Bezug auf die passiven Stationen nutzen Mädchen vor allem die „Ausstellungsstücke“ (1910) mit 20% und das „Dinolexikon“ (1913) mit 15%.

Beim zweiten Ausstellungsbesuch haben die Mädchen, mit jeweils 18,52%, die Texte an den passiven Exponaten „Ausstellungsstücke“ (1910) sowie das „Dinolexikon“ (1913) und „T-Rex Modell“ (1914) genutzt. Bezüglich der interaktiven Exponate wurde vor allem an den Exponaten „Stabiler Stand“ (1905) mit 11,11% und am Exponat „Gewaltige Masse“ (1903) mit 7,41% die Beschilderungen gelesen.

Das Ergebnis bei den Drittbesuchen zeigt, dass bei den interaktiven Exponaten die Beschilderungen mit 25% vor allem am Exponat „Das Tragesystem des Rumpfes“ (1906) gelesen wurde. An den Exponaten „Beine als Pendel“ (1902), „Gewaltige Masse“ (1903), „Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst“ (1907) und „3D Puzzle“ (1911) wurden die Beschilderungen in gleicher Häufigkeit von jeweils 6,25% gelesen. Bezüglich der passiven Stationen nutzten die Mädchen vor allem die „Ausstellungsstücke“ (1910) mit 25%. Am zweithäufigsten, mit 18,75% haben die Mädchen die Beschilderung am „T-Rex Modell“ (1914) gelesen.

Ergebnisse zu den Viert- und Fünftbesuchen können an dieser Stelle nicht vorgelegt werden, da hier bei den Mädchen keine erkennbare Lesetätigkeit bzw. Besuche festzustellen war. Im Anschluss werden die Ergebnisse der Jungen vorgestellt.

Ergebnis der Jungen

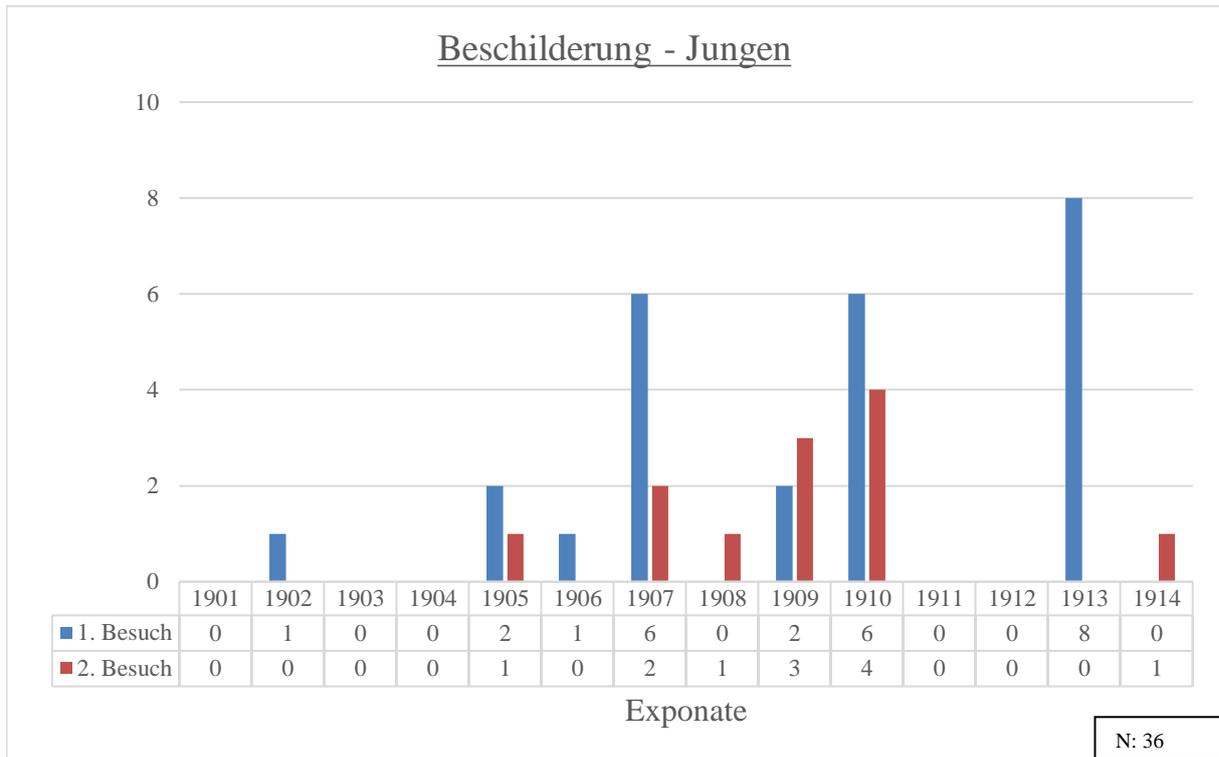


Abbildung 75: Beschilderung – Jungen / absolute Häufigkeit

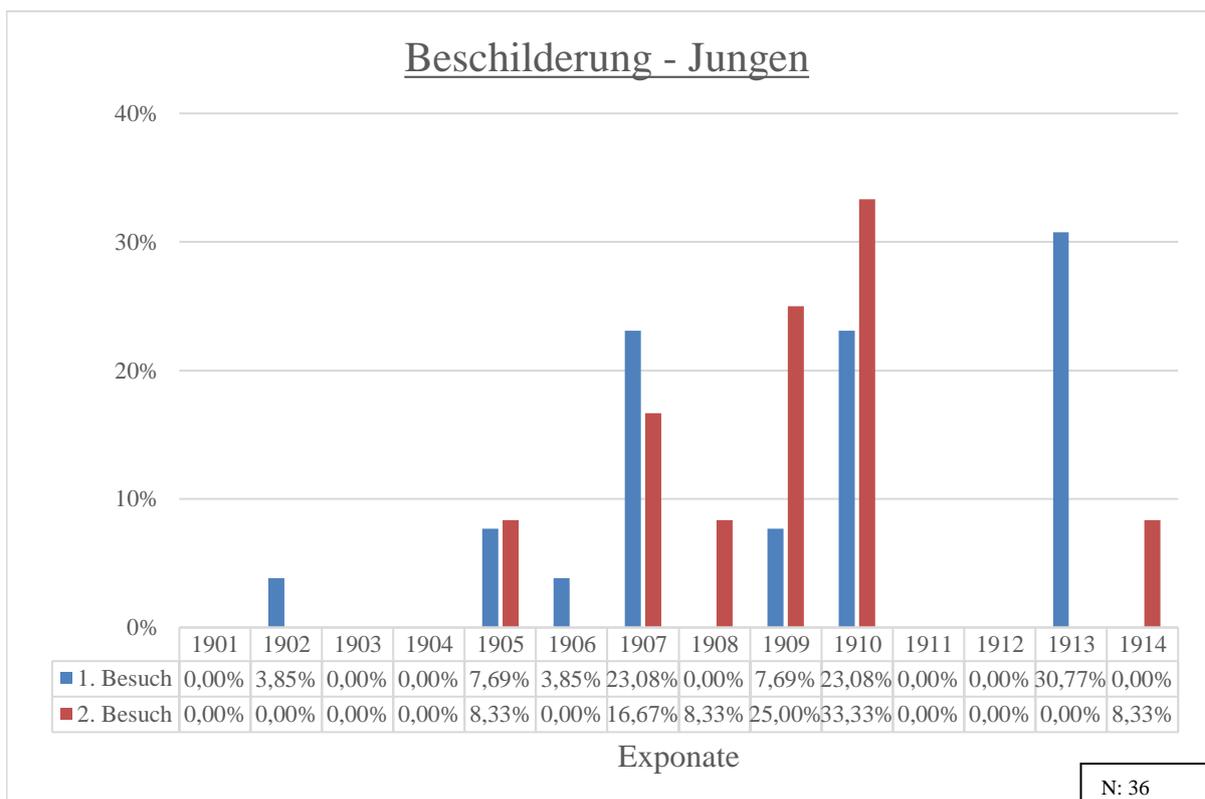


Abbildung 76: Beschilderung - Jungen / % Anteil

Nr.	Exponat		Exponate
1900	Ausstellung	1908	Die Vielfalt der Dinosaurier
1901	Wissen oder Fantasie	1909	Viel Kraft im Hals
1902	Beine als Pendel	1910	Ausstellungsstücke
1903	Gewaltige Masse	1911	3D Puzzle
1904	Halsbewegung	1912	Gewaltige Größe
1905	Stabiler Stand	1913	Dinolexikon
1906	Das Tragesystem des Rumpfes	1914	T-Rex Modell
1907	Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst...	8888	nicht zuzuordnen

Die Grafik zeigt, dass die Jungen bei den Erstbesuchen die Beschilderungen an den Exponaten „Wenn du so schwer wie T-Rex wärst“ (1907) und an den „Ausstellungsstücken“ (1910) mit jeweils 23,08% die Beschilderung gelesen wurden. Am häufigsten nutzten die Jungen jedoch das Dinolexikon mit 30,77%.

Bei den Zweitbesuchen haben die Jungen vor allem die Beschilderung an den „Ausstellungsstücken“ (1910) mit 33% genutzt. Am zweithäufigsten haben sie die Beschilderung am Exponat „Viel Kraft im Hals“ (1909) mit 25% genutzt.

Die Ergebnisse der Dritt-, Viert- und Fünftbesuche der Schüler können nicht dargestellt werden, da bei diesen Besuchen keine Lesetätigkeiten zu erkennen waren.

Hypothesen – Überprüfung

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass die zu untersuchende Hypothese bestätigt werden kann. Zunächst muss festgehalten werden, dass die Viert- und Fünftbesuche lediglich von Jungen durchgeführt wurden. Jedoch konnte bei diesen Besuchen keine Lesetätigkeit festgestellt werden. Es ist festzustellen, dass die Jungen nur bei den Erst- und Zweitbesuchen die Beschilderung an den Exponaten gelesen haben. Die Mädchen hingegen nutzten die Beschilderung bei allen Ausstellungsbesuchen.

9.3 Hypothesenblock C

C. Leithypothese: Das Verhalten der Schüler in der Sonderausstellung und der Effekt hängt von verschiedenen externen Faktoren ab, insbesondere von der Art des Exponats und der Häufigkeit des Ausstellungsbesuchs.

1. Hypothese: Je unkomplizierter ein interaktives Exponat gestaltet ist, desto häufiger und intensiver wird es von den Schülern genutzt.

Gemäß der Exponat-Klassifizierung durch Wulf (2015) und dem Autor, gehören die Exponate Beine als Pendel (1902), Gewaltige Masse (1903), Stabiler Stand (1905), Das Tragesystem des Rumpfes (1906), Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst... (1907), Viel Kraft im Hals (1909) und 3D-Puzzle (1911) zu den interaktiven Exponaten der Ausstellung. Aus diesem Grund werden nur sie in den nachfolgenden Grafiken aufgeführt. Die Exponate die zu den passiven gezählt werden, werden an dieser Stelle nicht mit aufgeführt. Im Rahmen ihrer Klassifizierung wurden die Exponate Gewaltige Masse (1903), Viel Kraft im Hals (1909) und 3D-Puzzle (1911) den simplen interaktiven Exponaten zugeordnet. Nachfolgend wird zunächst dargestellt, wie häufig die Exponate der Sonderausstellung bei den jeweiligen Besuchen genutzt wurden.

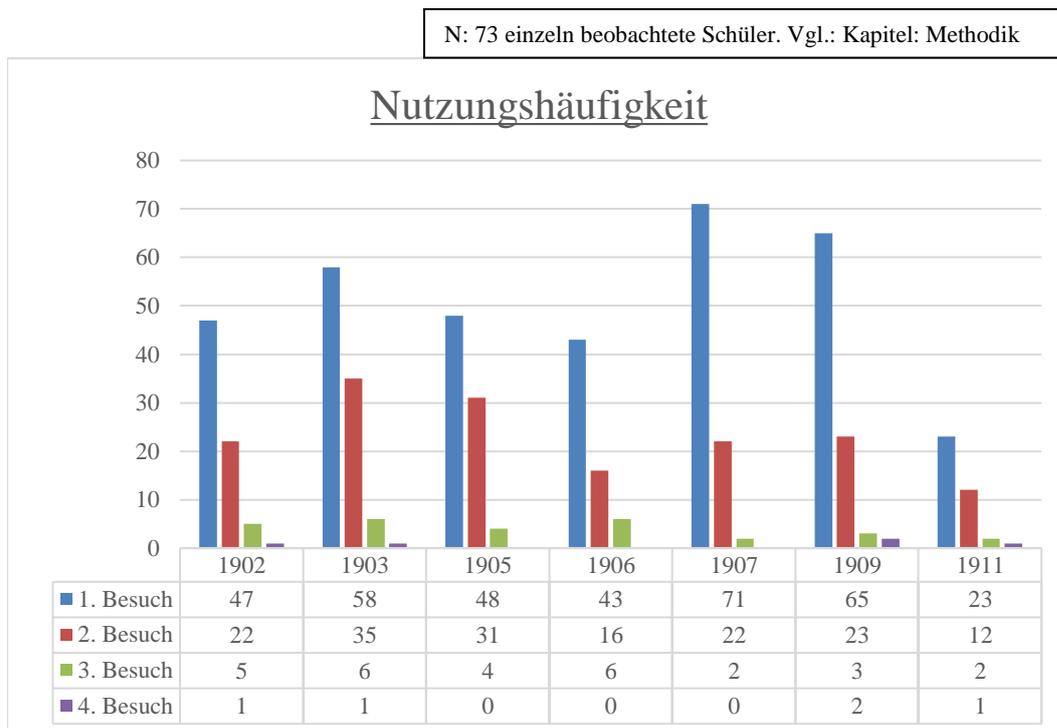


Abbildung 77: Exponatnutzung pro Besuch / absolute Häufigkeit

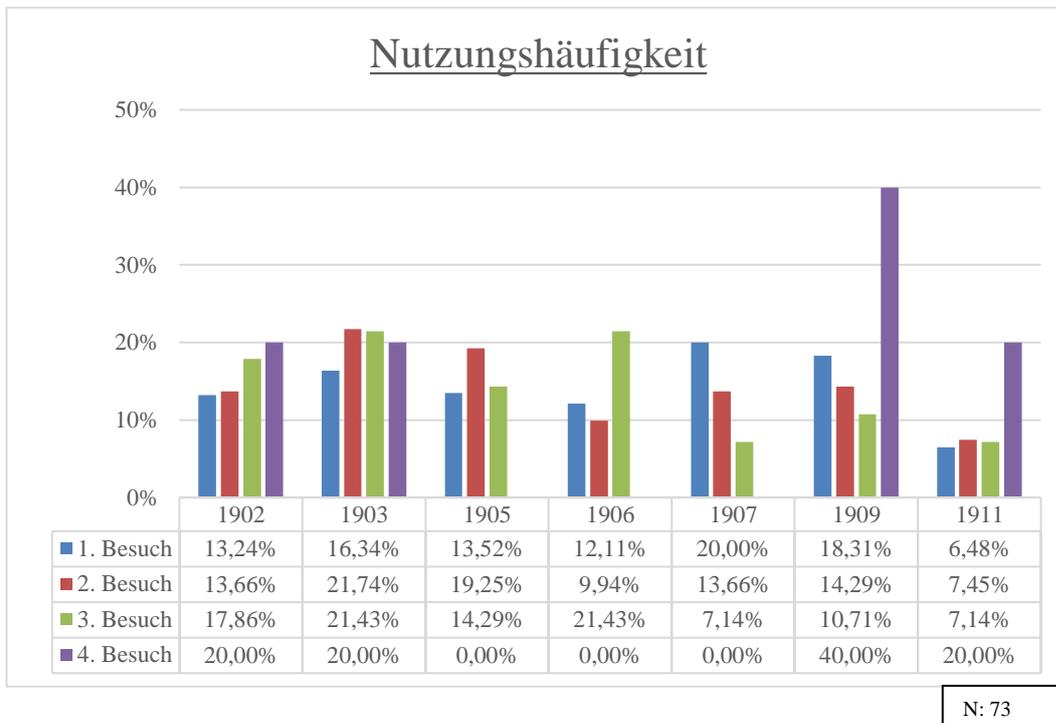


Abbildung 78: Exponatnutzung pro Besuch / % Anteil

Nr.	Exponat	Exponat	Exponat
1900	Ausstellung	1908	Die Vielfalt der Dinosaurier
1901	Wissen oder Fantasie	1909	Viel Kraft im Hals
1902	Beine als Pendel	1910	Ausstellungsstücke
1903	Gewaltige Masse	1911	3D Puzzle
1904	Halsbewegung	1912	Gewaltige Größe
1905	Stabiler Stand	1913	Dinolexikon
1906	Das Tragesystem des Rumpfes	1914	T-Rex Modell
1907	Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst...	8888	nicht zuzuordnen

Bei ihren Erstbesuchen nutzen die Schüler das Exponat „Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst...“ (1907) mit 20% am häufigsten. Dieses Exponat zählt nach der Klassifizierung von Wulf (2015) und dem Autor zu den variablen interaktiven Exponaten. Das Exponat „Viel Kraft im Hals“ (1909) mit 18,31% wurde am zweithäufigsten und das Exponat „Gewaltige Masse“ (1903) mit 16,34% am dritthäufigsten von den Schülern genutzt. Das Exponat „3D Puzzle“ (1911) nutzten die Schüler mit 6,48% am wenigsten.

Es zeigte sich, dass beim Zweitbesuch vor allem das Exponat „Gewaltige Masse“ (1903) mit 21,74% durch die Schüler genutzt wurde. Es gehört zu den simplen interaktiven Exponaten. Am zweithäufigsten wurde das komplexe interaktive Exponat „Stabiler Stand“ (1905) mit 19,25% von den Schülern genutzt. Auch beim Zweitbesuch war eine geringe Nutzung am Exponat „3D Puzzle“ (1911) feststellbar.

Bei den Drittbesuchen war festzustellen, dass vor allem die beiden Exponate „Gewaltige Masse“ (1903) und „Das Tragesystem des Rumpfes“ (1906) mit jeweils 21,43% am häufigsten genutzt wurden. Das Exponat „Gewaltige Masse“ (1903) zählt zu den simplen interaktiven Exponaten. Das Exponat „Das Tragesystem des Rumpfes“ (1906) hingegen zählt zu den komplexen interaktiven Exponaten.

Das Ergebnis der Viertbesuche zeigt, dass am häufigsten das Exponat „Viel Kraft im Hals“ (1909) mit 40% genutzt wurde. Die Exponate „Beine als Pendel“ (1902), „Gewaltige Masse“ (1903) und „3D Puzzle“ (1911) wurden zu je 20% von den Schülern genutzt. Die interaktiven Exponate „Stabiler Stand“ (1905), „Das Tragesystem des Rumpfes“ (1906) und „Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst...“ (1907) wurden von den Schülern nicht genutzt.

Lediglich ein Schüler hat die Sonderausstellung fünfmal besucht. Der Schüler nutzte jeweils die Exponate „Gewaltige Masse“ (1903) und „Viel Kraft im Hals“ (1909).

Im Anschluss wird vorgestellt, wie intensiv sich die Schüler mit den Exponaten bei ihren jeweiligen Besuchen in der Sonderausstellung auseinandergesetzt haben. Zu Beurteilung der Beschäftigungsintensität wurde das bereits beschriebene Categoriesystem verwendet.

Ergebnis der Erstbesuche:

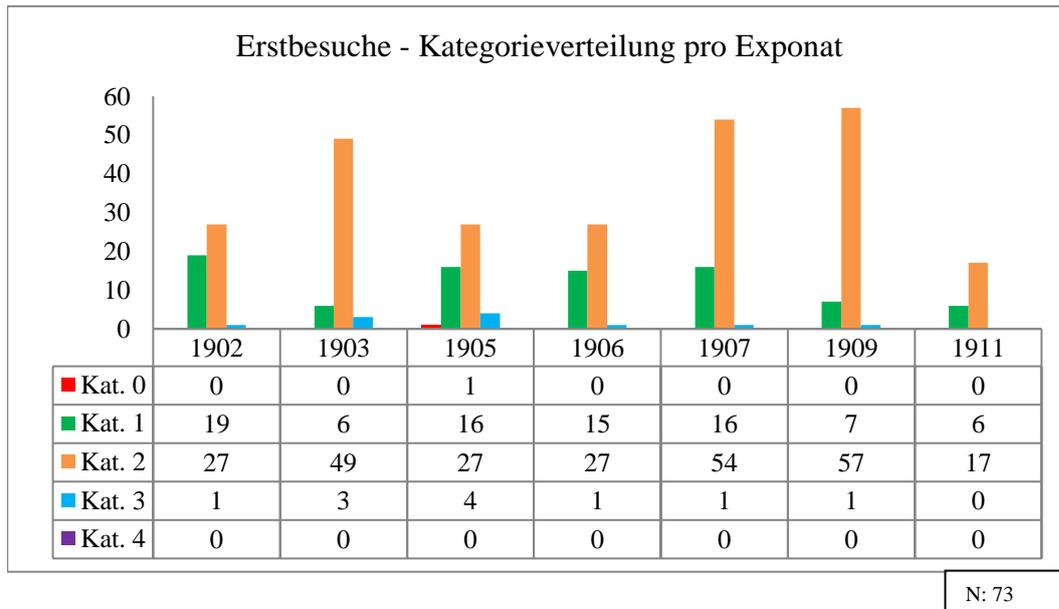


Abbildung 79: Erstbesuche - Kategorieverteilung pro Exponat / absolute Häufigkeit

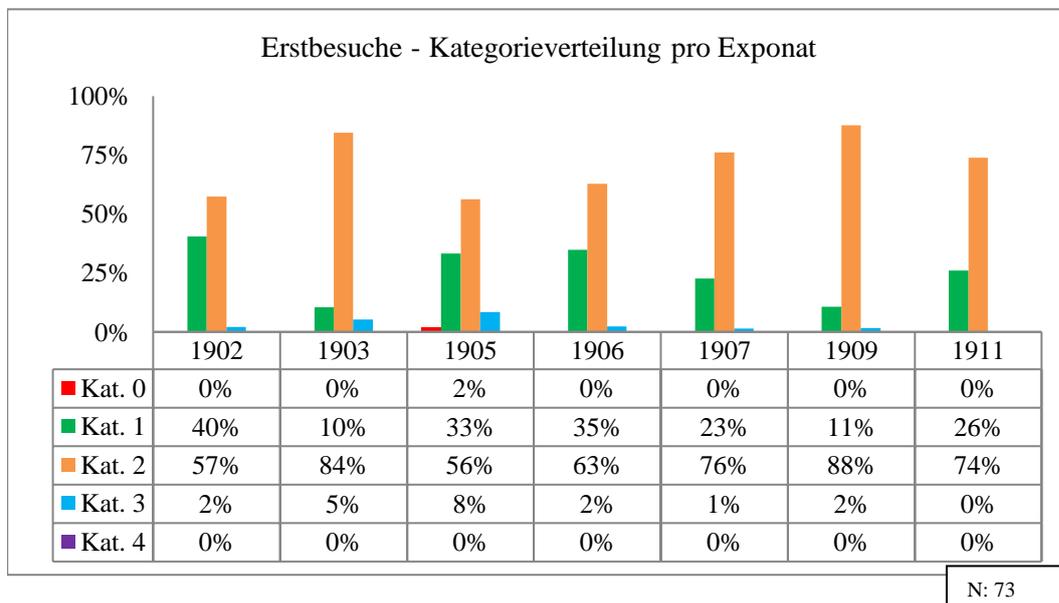


Abbildung 80: Erstbesuche - Kategorieverteilung pro Exponat / % Anteil

Nr.	Exponat	Exponat
1900	Ausstellung	1908 Die Vielfalt der Dinosaurier
1901	Wissen oder Fantasie	1909 Viel Kraft im Hals
1902	Beine als Pendel	1910 Ausstellungsstücke
1903	Gewaltige Masse	1911 3D Puzzle
1904	Halsbewegung	1912 Gewaltige Größe
1905	Stabiler Stand	1913 Dinolexikon
1906	Das Tragesystem des Rumpfes	1914 T-Rex Modell
1907	Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst...	8888 nicht zuzuordnen

Es ist zu erkennen, dass am Exponat „Gewaltige Masse“ (1903) das Experimentierverhalten der Schüler vor allem der Kategorie zwei (mit 84%) zugeordnet werden kann. Die Kategorie null und vier wurden nicht vergeben. Das Verhalten entsprach mit 10% der Kategorie eins und mit lediglich 5% der Kategorie drei. In Bezug auf das Exponat „Viel Kraft im Hals“ (1909) zeichnet sich ein ähnliches Bild ab. Die Kategorien null und vier wurden nicht vergeben. Das Verhalten entsprach mit 11% der Kategorie eins und mit 2% der Kategorie drei. Die meisten Verhaltensweisen entsprachen der Kategorie zwei mit 88%. Bei beiden simplen interaktiven Exponaten dominiert die Kategorie zwei. Das Exponat „3D Puzzle“ (1911), welches ebenfalls zu den simplen interaktiven Exponaten zählt, wurde von den Schülern am wenigsten genutzt. Ein Verhalten, das den Kategorien null, drei und vier entsprach, konnte nicht festgestellt werden. Der Kategorie eins entsprachen 26% aller Verhaltensweisen. Dominierend ist die Kategorie zwei mit 74%. Beim Exponat „Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst“ (1907), das von den Schülern am häufigsten genutzt wurde, zeigt sich ein ähnliches Bild. Die Kategorien null und vier wurden auch hier nicht vergeben. Das Experimentierverhalten der Schüler entsprach mit 23% der Kategorie eins und mit 1% der Kategorie drei. Die Kategorie zwei dominiert auch hier mit 76%. Anzumerken bleibt, dass die Kategorie drei mit 8% am häufigsten beim Exponat „Stabiler Stand“ (1905) vergeben wurde. Dieses Exponat zählt zu den komplexen interaktiven Exponaten. Beim den Erstbesuchen konnte nicht festgestellt werden, dass die beiden simplen Exponate „Gewaltige Masse“ (1903) und „Viel Kraft im Hals“ (1909) am häufigsten genutzt wurden. Ebenso konnte nicht festgestellt werden, dass an den beiden Exponaten am intensivsten experimentiert wurde. Das Experimentierverhalten gestaltete sich durchschnittlich.

Ergebnis der Zweitbesuche

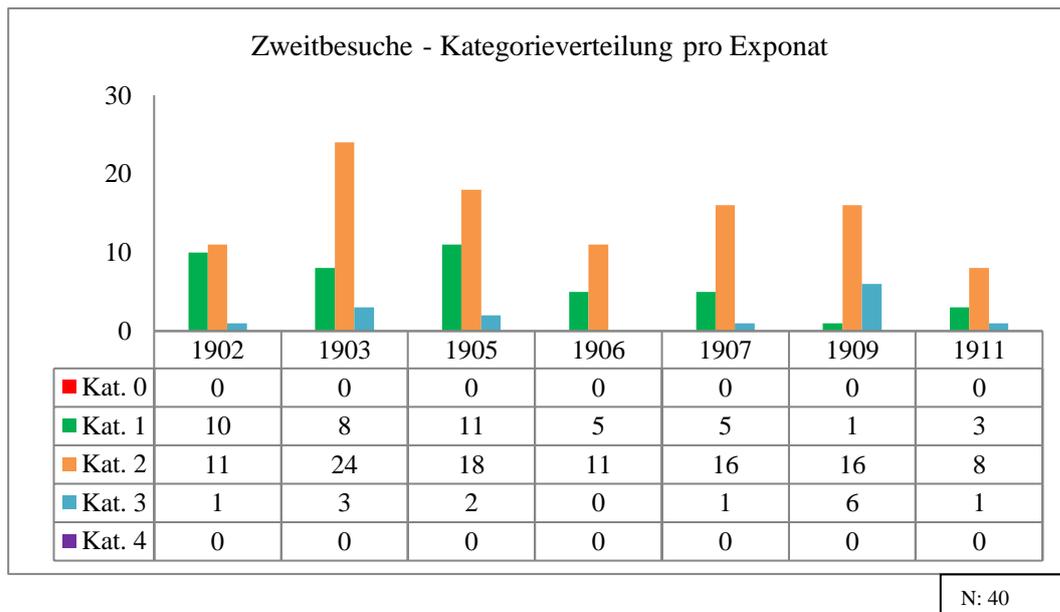


Abbildung 81: Zweitbesuche - Kategorieverteilung pro Exponat / absolute Häufigkeit

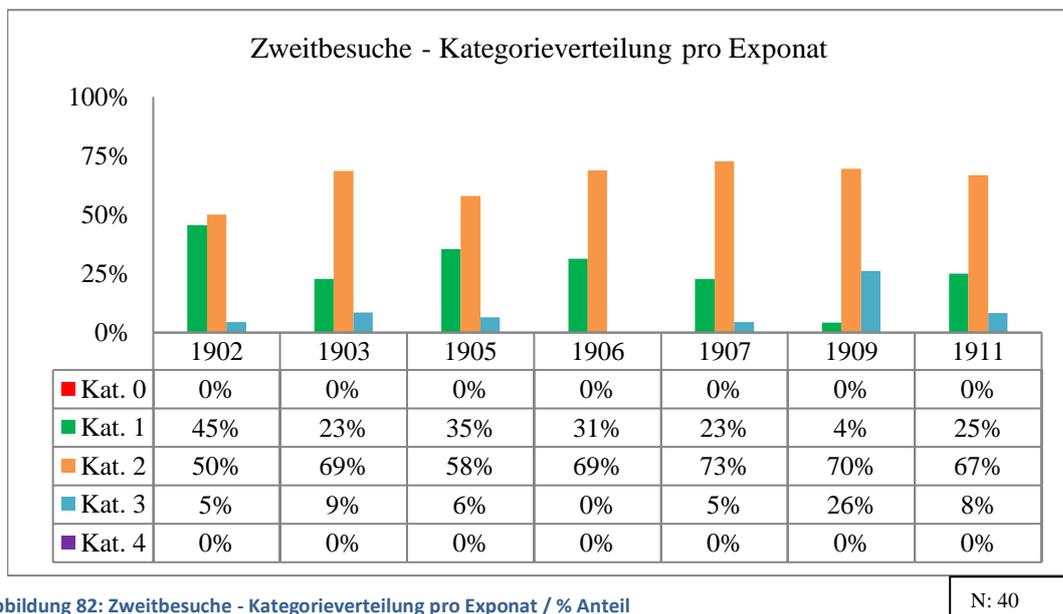
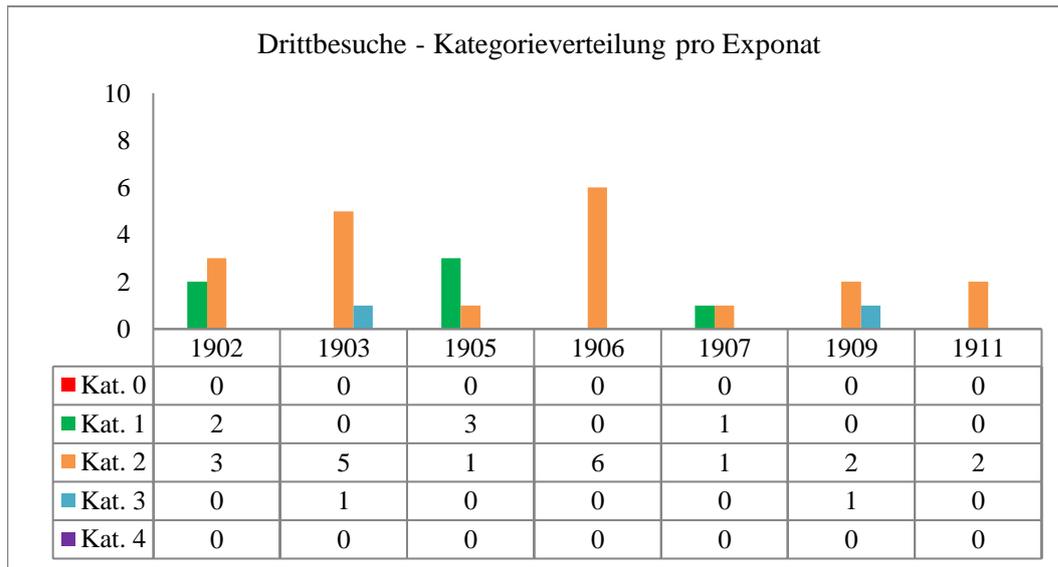


Abbildung 82: Zweitbesuche - Kategorieverteilung pro Exponat / % Anteil

Nr.	Exponat	Exponat
1900	Ausstellung	1908 Die Vielfalt der Dinosaurier
1901	Wissen oder Fantasie	1909 Viel Kraft im Hals
1902	Beine als Pendel	1910 Ausstellungsstücke
1903	Gewaltige Masse	1911 3D Puzzle
1904	Halsbewegung	1912 Gewaltige Größe
1905	Stabiler Stand	1913 Dinolexikon
1906	Das Tragesystem des Rumpfes	1914 T-Rex Modell
1907	Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst...	8888 nicht zuzuordnen

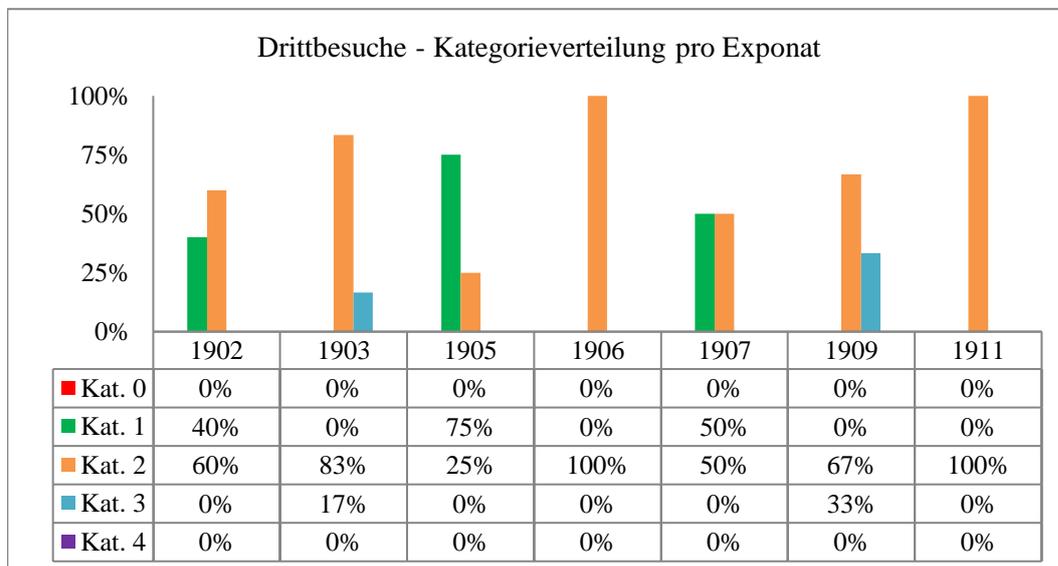
Wie auch bei den Erstbesuchen dominiert bei den Zweitbesuchen die Kategorie zwei bei allen Exponaten. Bei den Zweitbesuchen der Schüler ist darüber hinaus zu erkennen, dass am Exponat „Viel Kraft im Hals“ (1909) am meisten die Kategorie drei (26%) vergeben wurde. Am zweithäufigsten wurde die Kategorie drei beim Exponat „Gewaltige Masse“ (1903) mit 9% vergeben.

Ergebnis der Drittbesuche



N: 10

Abbildung 83: Drittbesuche - Kategorieverteilung pro Exponat / absolute Häufigkeit



N: 10

Abbildung 84: Drittbesuche - Kategorieverteilung pro Exponat / % Anteil

Nr.	Exponat	Exponat	Exponat
1900	Ausstellung	1908	Die Vielfalt der Dinosaurier
1901	Wissen oder Fantasie	1909	Viel Kraft im Hals
1902	Beine als Pendel	1910	Ausstellungsstücke
1903	Gewaltige Masse	1911	3D Puzzle
1904	Halsbewegung	1912	Gewaltige Größe
1905	Stabiler Stand	1913	Dinolexikon
1906	Das Tragesystem des Rumpfes	1914	T-Rex Modell
1907	Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst...	8888	nicht zuzuordnen

Bei der Auswertung zeigte sich, dass lediglich an den beiden simplen interaktiven Exponaten „Gewaltige Masse“ (1903) und „Viel Kraft im Hals“ (1909) das Experimentierverhalten der Kategorie drei auftrat. Anzumerken bleibt, dass das Experimentierverhalten am Exponat „Stabiler Stand“ (1905) am häufigsten der Kategorie eins entsprach. Wie auch zuvor dominierte auch bei den Drittbesuchen die Kategorie zwei. Nachfolgend werden die Ergebnisse der Viertbesuche vorgestellt.

Ergebnis der Viertbesuche

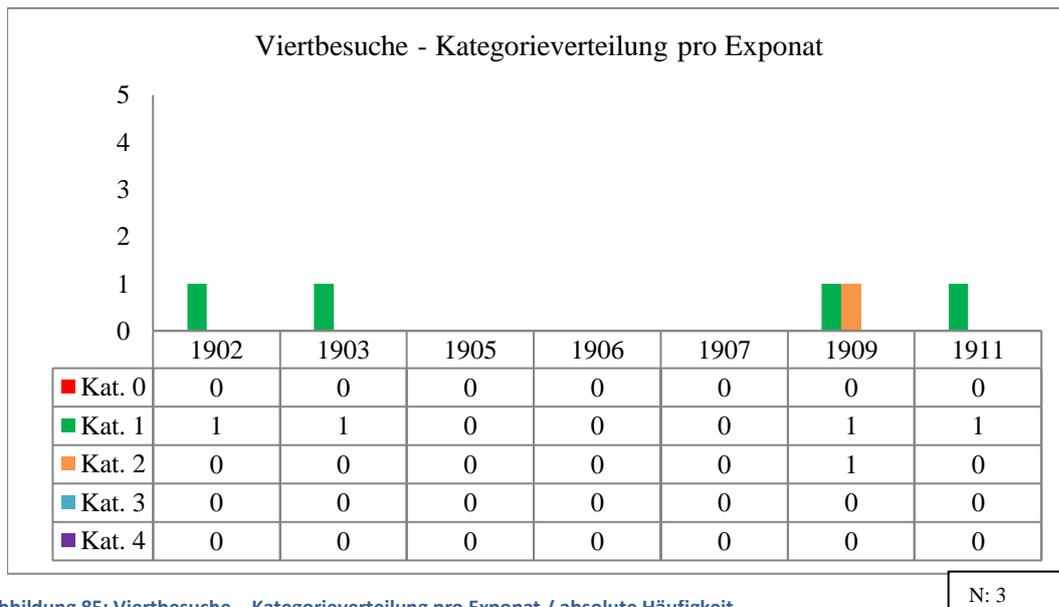


Abbildung 85: Viertbesuche – Kategorieverteilung pro Exponat / absolute Häufigkeit

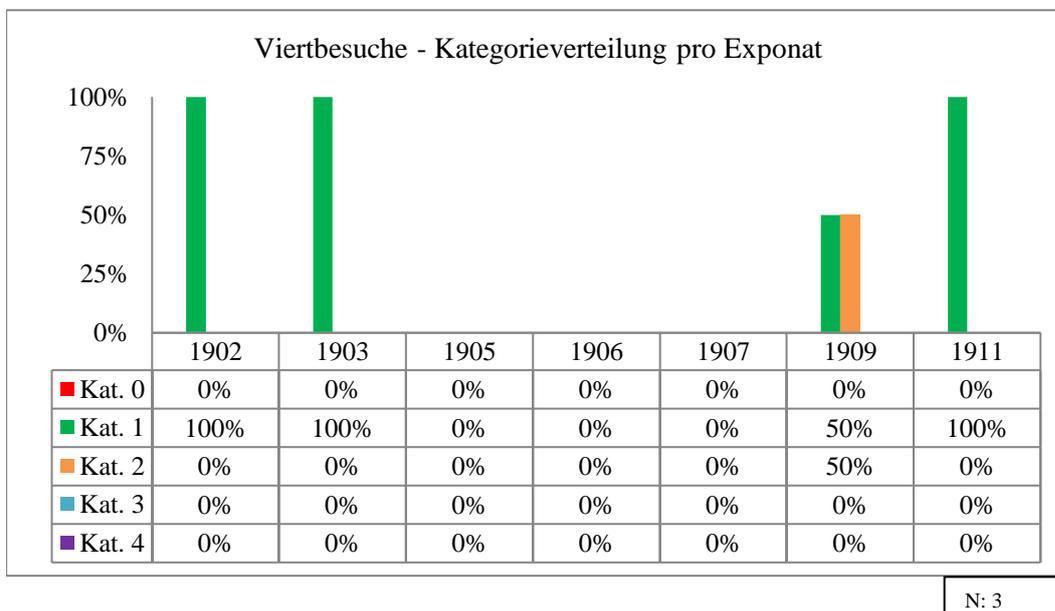


Abbildung 86: Viertbesuche - Kategorieverteilung pro Exponat / % Anteil

Nr.	Exponat	Exponat
1900	Ausstellung	1908 Die Vielfalt der Dinosaurier
1901	Wissen oder Fantasie	1909 Viel Kraft im Hals
1902	Beine als Pendel	1910 Ausstellungsstücke
1903	Gewaltige Masse	1911 3D Puzzle
1904	Halsbewegung	1912 Gewaltige Größe
1905	Stabiler Stand	1913 Dinolexikon
1906	Das Tragesystem des Rumpfes	1914 T-Rex Modell
1907	Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst...	8888 nicht zuzuordnen

Eine intensive bzw. vertiefende Beschäftigung der Schüler war bei den Viertbesuchen nicht festzustellen. Überwiegend entsprach das Experimentierverhalten der Schüler der Kategorie eins und ist damit als gering einzustufen.

Hypothesen – Überprüfung

Für die Überprüfung der Hypothese sind die drei Exponate „Gewaltige Masse“ (1903), „Viel Kraft im Hals“ (1909) und „3-D Puzzle“ (1911) von besonderer Bedeutung, da sie zu den simplen interaktiven Exponate gehören.

Die vorangestellte Hypothese kann in Bezug auf die Nutzungshäufigkeit nicht bestätigt werden. Die Ergebnisse zeigen, dass die drei simplen interaktiven Exponate „Gewaltige Masse“ (1903), „Viel Kraft im Hals“ (1909) und „3-D Puzzle“ (1911) nicht kontinuierlich am häufigsten genutzt wurden.

In Bezug auf die Nutzungsintensität kann die Hypothese nur bedingt bestätigt werden. Bei den Erstbesuchen wurden die Exponate „Gewaltige Masse“ (1903), „Viel Kraft im Hals“ (1909) und „3-D Puzzle“ (1911) nicht allein am intensivsten genutzt. Hingegen war bei den Zweit- und Drittbesuchen festzustellen, dass an diesen drei Exponaten am Intensivsten experimentiert wurde. Bei den Viert- und Fünftbesuchen entsprach kein Experimentierverhalten der Kategorie drei oder vier.

2. Hypothese: Ein wiederholter Ausstellungsbesuch korreliert positiv mit dem Experimentierverhalten der Schüler und zeigt sich in einer intensiveren Beschäftigung.

In den nachfolgenden Ausführungen wird dargestellt, inwieweit sich Mehrfachbesuche auf das Experimentierverhalten ausgewirkt haben. Hierzu erfolgte eine Betrachtung aller Exponate der Sonderausstellung. In den vorherigen Ausführungen wurden nur die interaktiven Exponate betrachtet. Die Anschauungsobjekte und Informationstexte blieben dabei unbeachtet. Zunächst wird das Ergebnis zusammengefasst vorgestellt, d.h. in welchem Umfang wurden die Exponate bei den jeweiligen Ausstellungsbesuchen genutzt. Im Anschluss wird die Beschäftigungsintensität je Besuch dargelegt.

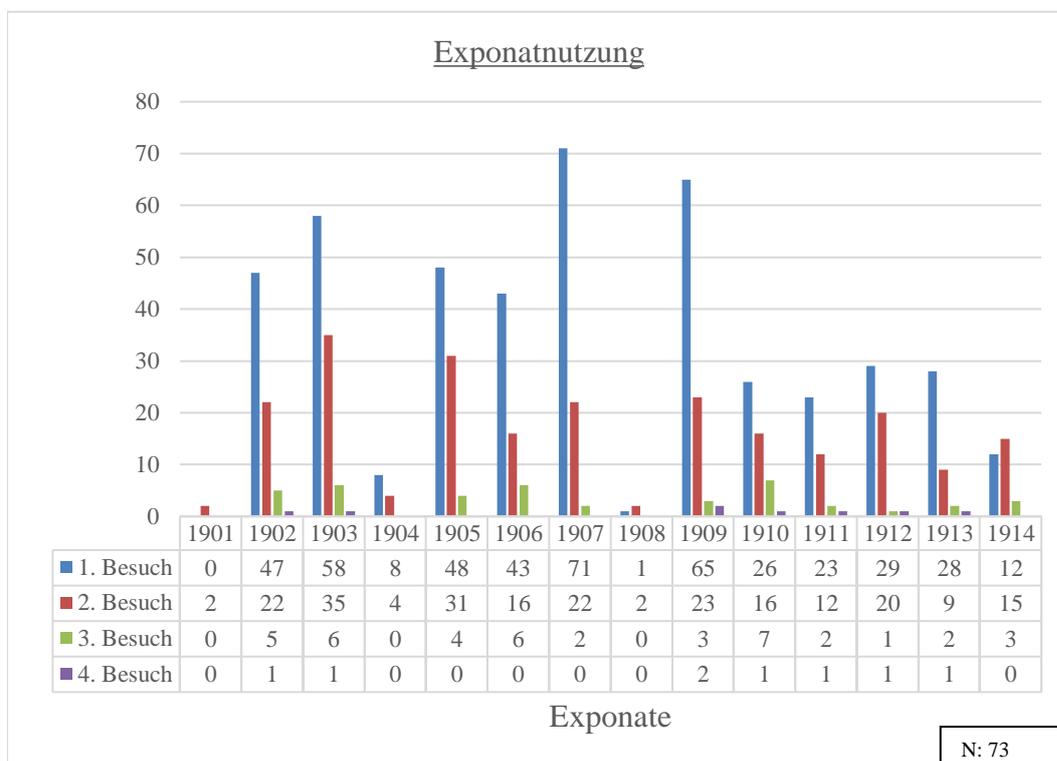
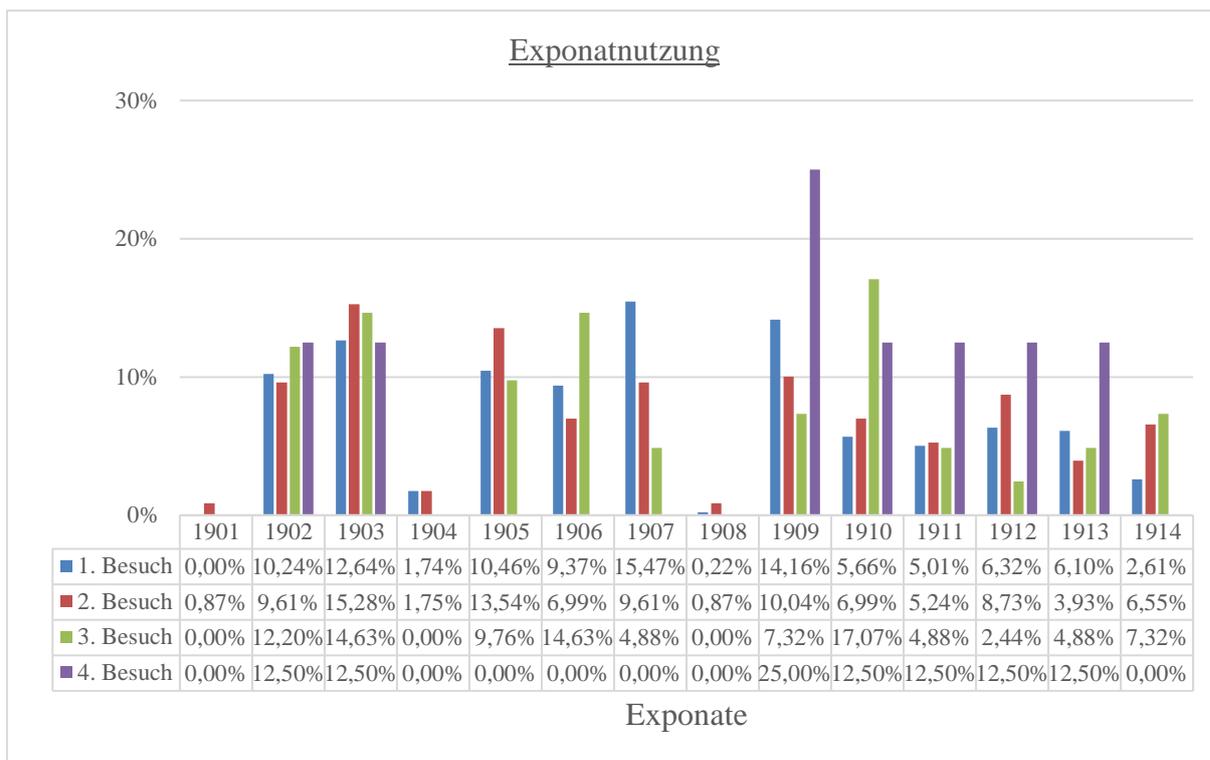


Abbildung 87: Exponatnutzung / absolute Häufigkeit



N: 73

Abbildung 88: Exponatnutzung / % Anteil

Nr.	Exponat	Exponat	Exponat
1900	Ausstellung	1908	Die Vielfalt der Dinosaurier
1901	Wissen oder Fantasie	1909	Viel Kraft im Hals
1902	Beine als Pendel	1910	Ausstellungsstücke
1903	Gewaltige Masse	1911	3D Puzzle
1904	Halsbewegung	1912	Gewaltige Größe
1905	Stabiler Stand	1913	Dinolexikon
1906	Das Tragesystem des Rumpfes	1914	T-Rex Modell
1907	Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst...	8888	nicht zuzuordnen

Es ist deutlich zu erkennen, dass bei den Erstbesuchen das Exponat „Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst“ (1907) mit 15,47% am häufigsten genutzt wurde. Das Exponat „Viel Kraft im Hals“ (1909) ist mit 14,16% am zweithäufigsten und das Exponat „Gewaltige Masse“ (1903) wurde mit 12,64% am dritthäufigsten genutzt wurden.

Von den 73 einzeln beobachteten Schülern, besuchten 40 Schüler die Sonderausstellung zum zweiten Mal. Beim Zweitbesuch wurde am häufigsten das Exponat „Gewaltige Masse“ (1903) mit 15,28% genutzt. Am zweithäufigsten wurde von den 40 Schülern das Exponat „Stabiler Stand“ (1905) mit 13,54% genutzt.

Von den insgesamt 73 einzeln beobachteten Schülern, besuchten 10 Schüler die Sonderausstellung dreimal. Es ist zu erkennen, dass die Schüler bei den Drittbesuchen vor allem

die Exponate „Gewaltige Masse“ (1903) mit 14,63%, das Exponat „Das Tragesystem des Rumpfes“ mit ebenfalls 14,63% sowie die Informationsstation (1910) mit 17,07% genutzt haben. Das Ergebnis der Viertbesuche setzt sich aus drei Schülern zusammen. Davon gehören zwei Schüler zur Primarstufe und ein Schüler der Sekundarstufe I an. Zusammengefasst haben die drei Schüler acht Exponate genutzt. Somit hat jeder Schüler mit 2 (2,67) Exponaten experimentiert. Am Häufigsten experimentierten mit 25% die Schüler mit dem Exponat „Viel Kraft im Hals“ (1909). Lediglich ein Schüler der Primarstufe hat die Ausstellung insgesamt 5mal besucht. Das Ergebnis zeigte, dass der Schüler bei seinem fünften Besuch die Exponate „Gewaltige Masse“ (1903) und „Viel Kraft im Hals“ (1909) zum Experimentieren nutzte. Das Experimentierverhalten an den Exponaten „Gewaltige Masse“ (1903) sowie „Viel Kraft im Hals“ (1909) wurde der Kategorie zwei (einführende Beschäftigung) zugeordnet. Nachfolgend werden die Ergebnisse zur Beschäftigungsintensität bei jedem Besuch vorgestellt.

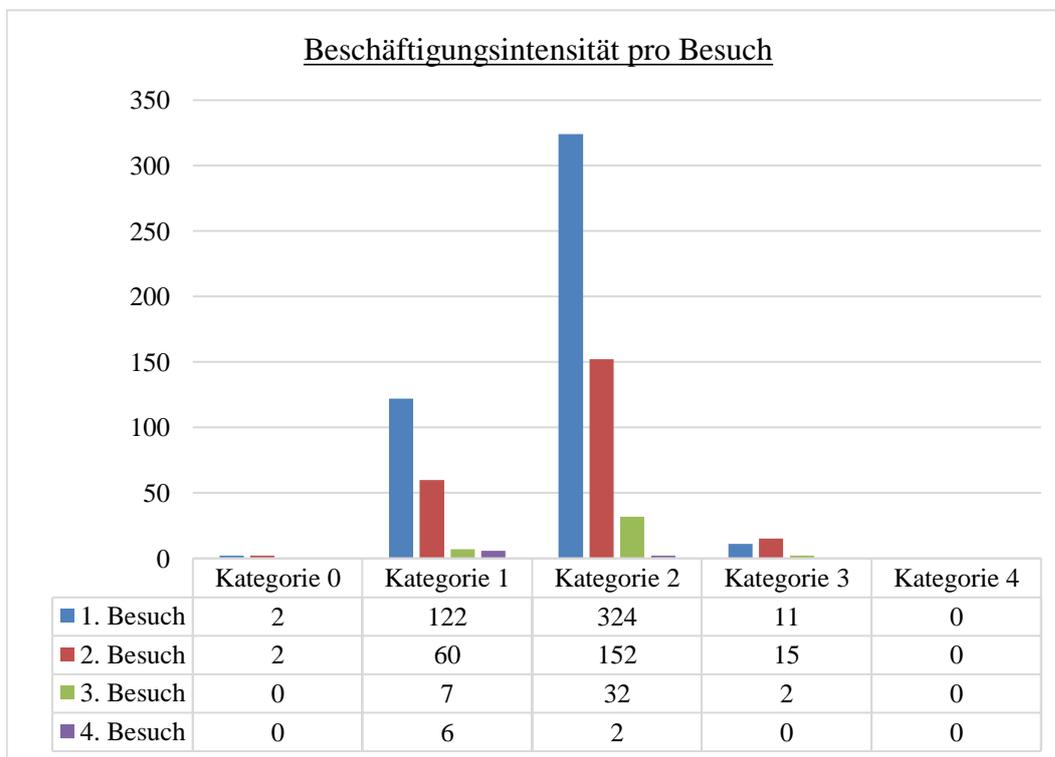


Abbildung 89: Beschäftigungsintensität pro Besuch / absolute Häufigkeit

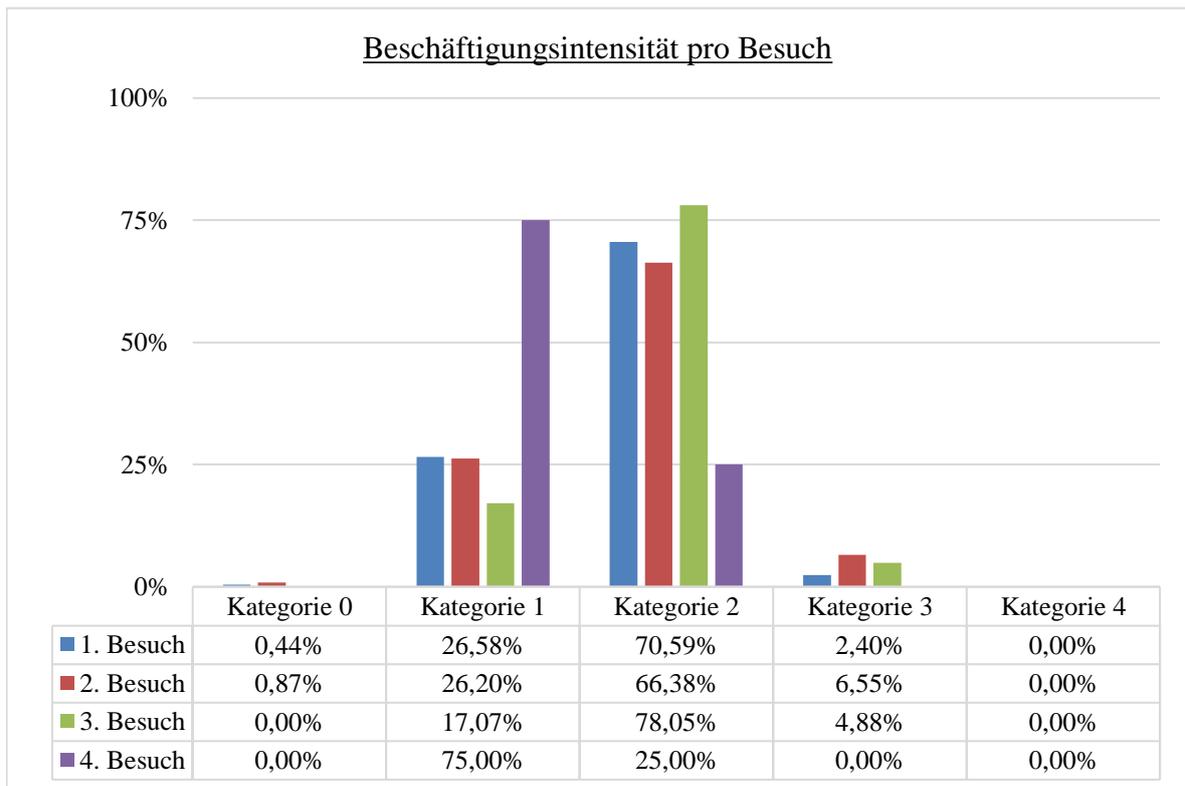


Abbildung 90: Beschäftigungsintensität pro Besuch / % Anteil

Nr.	Exponat	Exponat	Exponat
1900	Ausstellung	1908	Die Vielfalt der Dinosaurier
1901	Wissen oder Fantasie	1909	Viel Kraft im Hals
1902	Beine als Pendel	1910	Ausstellungsstücke
1903	Gewaltige Masse	1911	3D Puzzle
1904	Halsbewegung	1912	Gewaltige Größe
1905	Stabiler Stand	1913	Dinolexikon
1906	Das Tragesystem des R	1914	T-Rex Modell
1907	Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst...	8888	nicht zuzuordnen

Die Grafik verdeutlicht, dass das Experimentierverhalten der Schüler bei den Erstbesuchen am häufigsten der Kategorie zwei (einführende Beschäftigung) mit 70,59% entsprach.

Bei den Zweitbesuchen entsprach das Experimentierverhalten der Schüler mit 66,38% vor allem der Kategorie zwei (einführende Beschäftigung) entsprach. Deutlich zu erkennen ist auch der Anstieg in der Kategorie drei (vertiefende Beschäftigung). Die zweimalige Vergabe der Kategorie null ist auf Wartezeiten zurückzuführen.

Es ist zu erkennen, dass auch bei den Drittbesuchen der Schüler ihr Experimentierverhalten vor allem der Kategorie zwei (einführende Beschäftigung) mit 78,05% entsprach.

Die Grafiken zeigen, dass bei den Viertbesuchen das Experimentierverhalten der Schüler am häufigsten der Kategorie eins (geringe Beschäftigung) mit 75% entsprach. Der Kategorie 3 (vertiefende Beschäftigung) und 4 (durchdringende Beschäftigung) konnten keine Verhaltensweisen zugeordnet werden.

Hypothesen – Überprüfung

Die zu untersuchende Hypothese kann nicht eindeutig bestätigt werden. Die Ergebnisse zeigen, dass ausgenommen der Viertbesuche das Experimentierverhalten vor allem der Kategorie zwei (einführende Beschäftigung) entsprach. Vergleicht man den ersten, zweiten und dritten Besuch miteinander ist jedoch eine leichte Tendenz feststellbar. Die Kategorie eins nimmt vom ersten bis zum dritten Besuch ab und die Kategorie drei nimmt vom ersten bis zum zweiten Besuch etwas zu. Die nachfolgende Tabelle verdeutlicht diese Tendenz.

Kategorie	1. Besuch	2. Besuch	3. Besuch
0	0,44%	0,87%	0,00%
1	26,58%	26,20%	17,07%
2	70,59%	66,38%	78,05%
3	2,40%	6,55%	4,88%
4	0,00%	0,00%	0,00%

Abbildung 91: prozentuale Verteilung der Beschäftigungskategorien je Besuch

3. Hypothese: Im Rahmen der Nachbefragung benennen oder beschreiben Schüler vor allem Exponate, bei denen das Erfolgserlebnis am höchsten ist.

In Zusammenarbeit mit Wulf (2015) wurde davon ausgegangen, dass bei den Exponaten „Gewaltige Masse“ (1903) und „Viel Kraft im Hals“ (1909) das Erfolgserlebnis am höchsten sein sollte. Der Grund hierfür liegt in ihrer einfachen Konstruktion. Ebenso sind die Ziele der beiden Exponate schnell zu erkennen (Wulf, 2015, S. 68 & 71). Im Anschluss wird das Ergebnis zu der obigen Hypothese vorgestellt. In den nachfolgenden Grafiken umschließt der Punkt „8888“ alle Ausstellungsbezüge, die sich nicht auf ein Exponat der Ausstellung an sich beziehen.

Gesamtergebnis

Insgesamt nahmen im Rahmen der Nachbefragung 78 Schüler Bezug zur Ausstellung. Von den insgesamt 777 befragten Schülern entspricht dies einem prozentualen Anteil von 10% (10,03%). In den nachfolgenden Grafiken wird das Gesamtergebnis (absolute und prozentuale Häufigkeit) zu den Ausstellungsbezügen der Schüler vorgestellt.

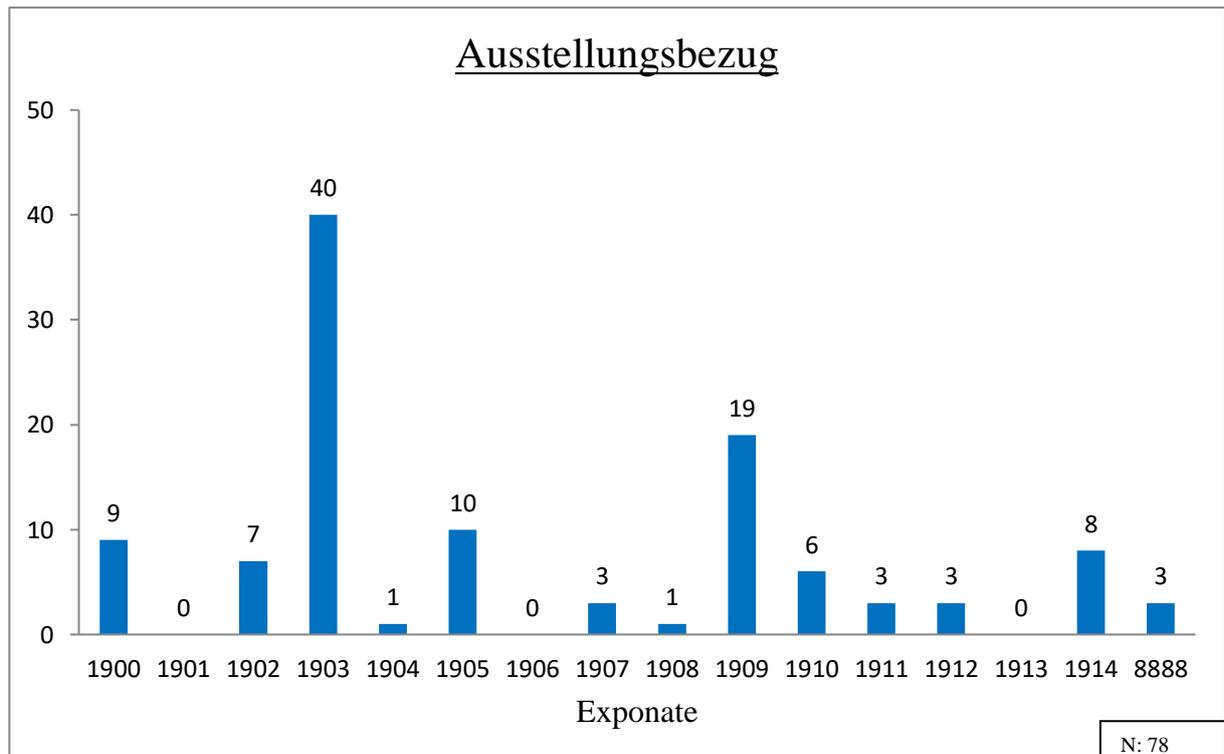


Abbildung 92: Ausstellungsbezug – absolute Häufigkeit

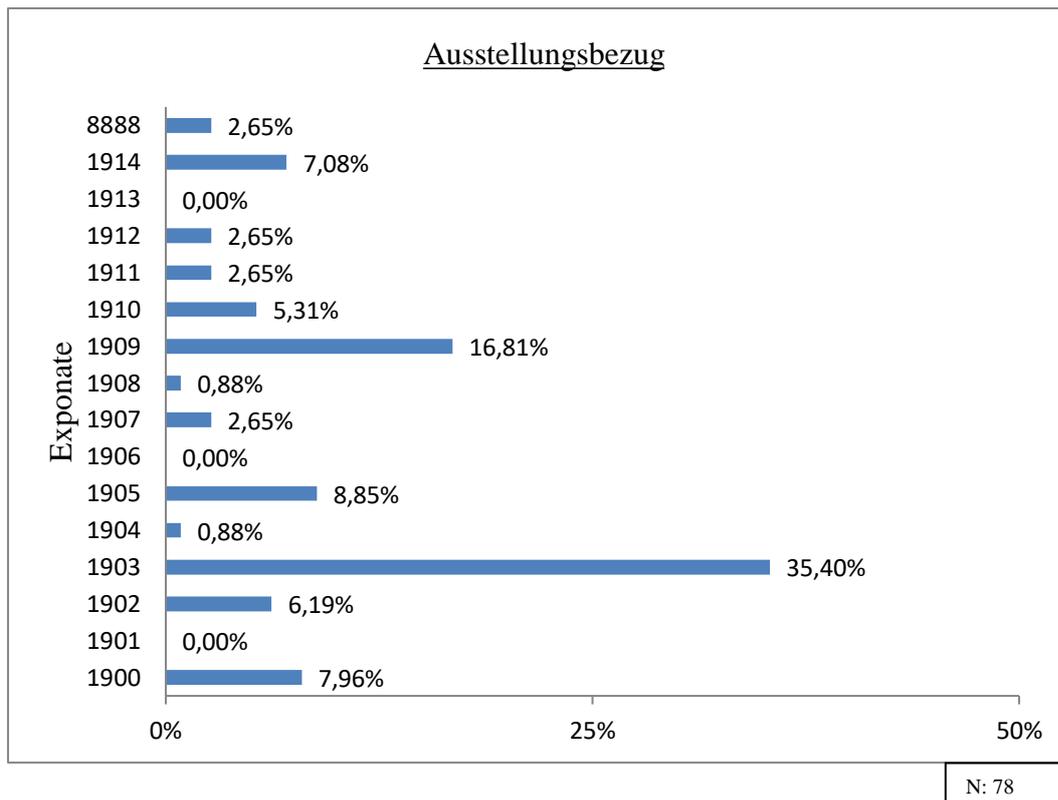


Abbildung 93: Ausstellungsbezug / % Anteil

Nr.	Exponat	Nr.	Legende
1900	Ausstellung	1908	Die Vielfalt der Dinosaurier
1901	Wissen oder Fantasie	1909	Viel Kraft im Hals
1902	Beine als Pendel	1910	Ausstellungsstücke
1903	Gewaltige Masse	1911	3D Puzzle
1904	Halsbewegung	1912	Gewaltige Größe
1905	Stabiler Stand	1913	Dinolexikon
1906	Das Tragesystem des Rumpfes	1914	T-Rex Modell
1907	Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst...	8888	nicht zuzuordnen

Es ist zu erkennen, dass die Schüler bei der Nachbefragung am häufigsten auf das Exponat „Gewaltige Masse“ (1903) mit 35,40% aller Nennungen und am zweithäufigsten auf das Exponat „Viel Kraft im Hals“ (1909) mit 16,81% Bezug nahmen. Die Schüler nahmen keinen Bezug auf die Informationsstation „Wissen oder Fantasie“ (1901), auf das Exponat „Das Tragesystem des Rumpfes“ (1906) sowie auf das „Dinolexikon“ (1913).

Hypothesen Überprüfung

Das Ergebnis zeigt, dass die vorangestellte Hypothese bestätigt werden kann. Zuvor wurde davon ausgegangen, dass diese beiden Exponate durch Konstruktion und Zielerfolg einen nachhaltigen Erinnerungs- und damit Wissenszuwachs bewirken sollen. Es bleibt festzuhalten, dass desto einfacher und zielerfolgreicher ein Exponat für Schüler ist, umso mehr hinterlässt es eine nachhaltige Wirkung und Lernleistung.

9.4 Hypothesen-unabhängige Ergebnisse

Neben den Hypothesen-abhängigen Ergebnissen stellt der Autor hier nachfolgend Hypothesen-unabhängige Ergebnisse vor. Dazu zählen die Ergebnisse der Kurzzeitbefragung, der Ausstellungsbezüge im Rahmen der Nachbefragung sowie ein Zusammenhang dieser beiden Ergebnisse. Darüber hinaus stellt der Autor beobachtete Verhaltensweisen der Schülerinnen und Schüler vor, die in einem Verhaltensschema dargelegt werden. Zunächst werden die Ergebnisse der Kurzzeitbefragung vorgestellt.

9.4.1 Kurzzeitbefragung

Auf die Durchführung der Kurzzeitbefragung wurde bereits im Kapitel „Methodik“ eingegangen. Nachfolgend wird das Ergebnis der Kurzzeitbefragung vorgestellt.

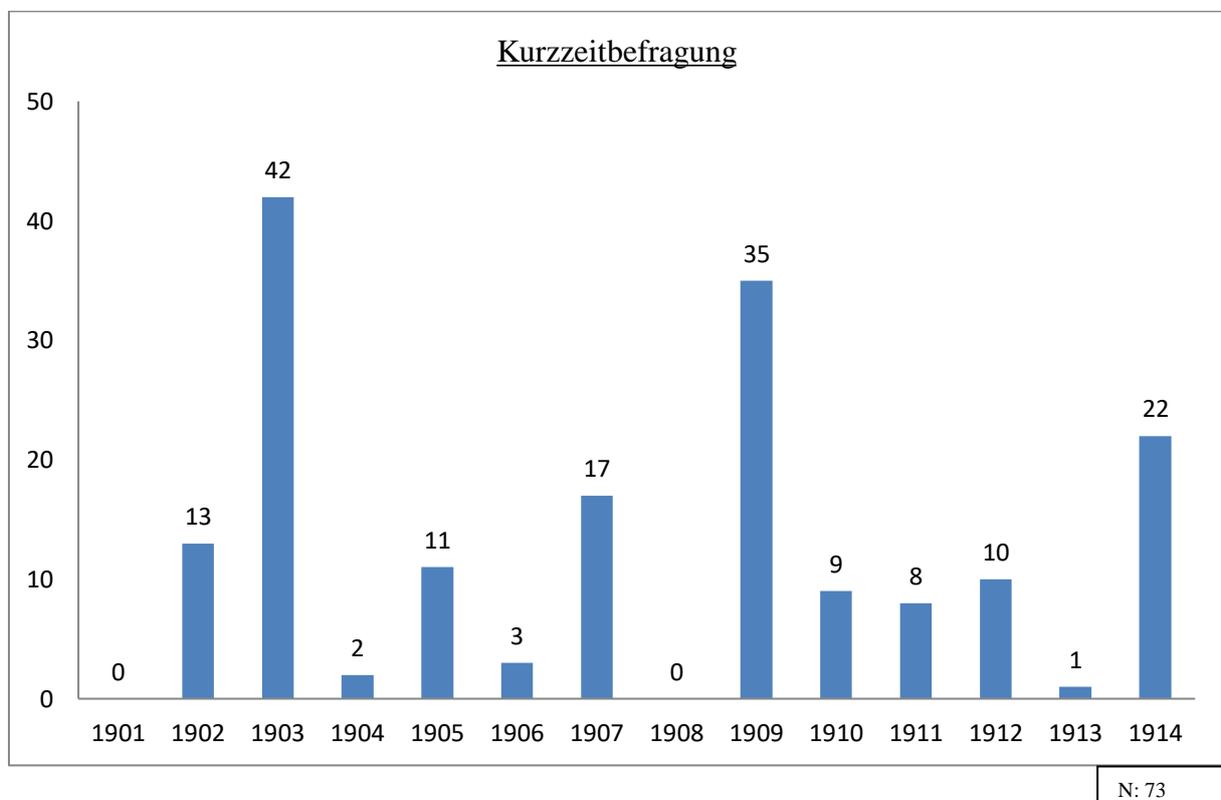


Abbildung 94: Ergebnis der Kurzzeitbefragung / absolute Häufigkeit

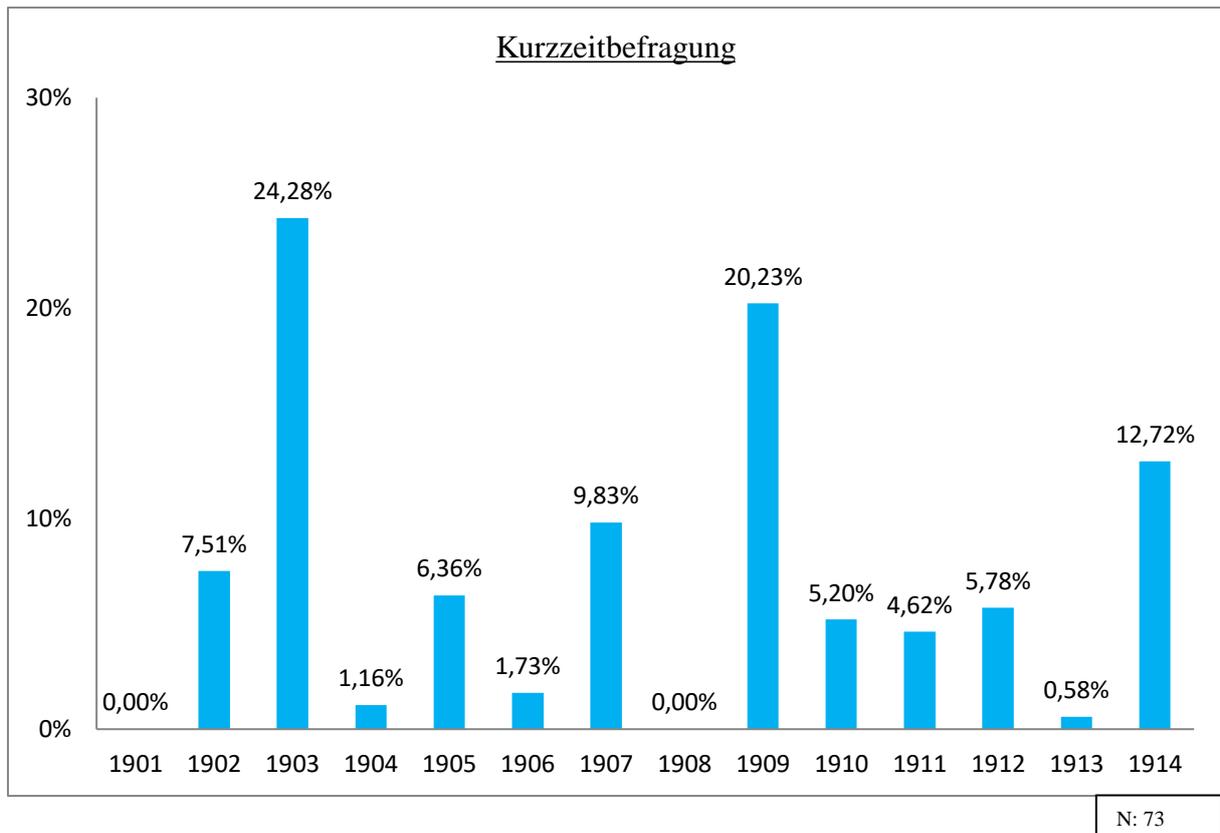


Abbildung 95: Ergebnis der Kurzzeitbefragung / % Anteil

Nr.	Exponat	Nr.	Legende
1900	Ausstellung	1908	Die Vielfalt der Dinosaurier
1901	Wissen oder Fantasie	1909	Viel Kraft im Hals
1902	Beine als Pendel	1910	Ausstellungsstücke
1903	Gewaltige Masse	1911	3D Puzzle
1904	Halsbewegung	1912	Gewaltige Größe
1905	Stabiler Stand	1913	Dinolexikon
1906	Das Tragesystem des R	1914	T-Rex Modell
1907	Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst...	8888	nicht zuzuordnen

Im Rahmen der Kurzzeitbefragung konnten sich die 73 einzeln beobachteten Schüler insgesamt 173mal an die 14 Exponate erinnern. Das entspricht einer durchschnittlichen Erinnerungsrate von 2 (2,36) Exponaten pro Schüler. Die obigen Ergebnisse zeigen deutlich, dass sich die Schüler kurz nach ihrem Besuch vor allem an die Exponate „Gewaltige Masse“ (1903) und „Viel Kraft im Hals“ (1909) erinnern konnten. Beide Exponate zählen nach Wulf (2015) und Steuer (2018) zu den simplen interaktiven Exponaten. Zusammen bilden sie 44,51% der gesamten Erinnerungsrate. Nachfolgend werden die Ergebnisse der Ausstellungsbezüge, die im Rahmen der Nachbefragung abgegeben wurden, dargestellt.

9.4.2 Ausstellungsbezüge

In diesem Abschnitt werden noch einmal die Ergebnisse aus den Hypothesenblöcken A und B bezüglich der Ausstellungsbezüge aufgegriffen. Zuvor wurde im Rahmen der Kurzzeitbefragung aufgezeigt, an welche Exponate sich die Schüler direkt vor Abreise mit ihrer Klasse erinnern konnten.

Insgesamt nahmen 78 der befragten Schüler 113mal Bezug zur Ausstellung. Nachfolgend wird das Ergebnis detailliert aufgeführt.

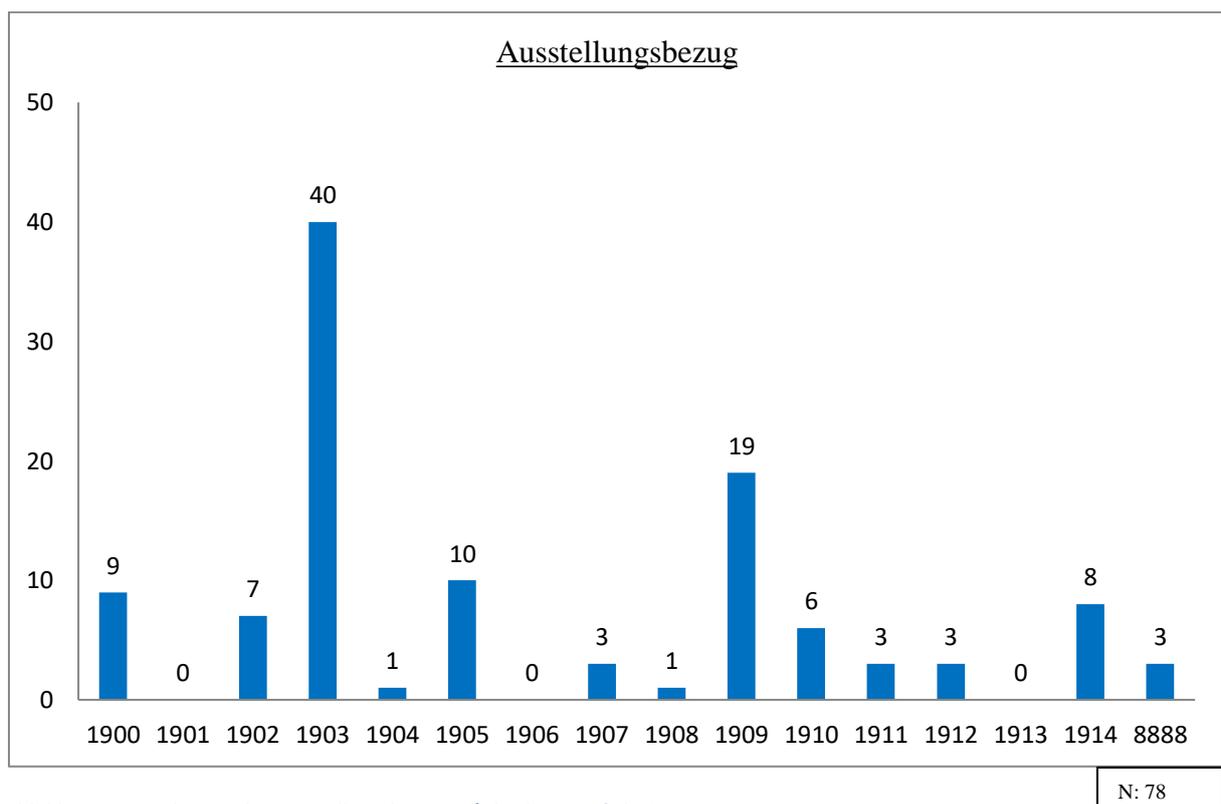


Abbildung 96: Ergebnis zu den Ausstellungsbezügen / absolute Häufigkeit

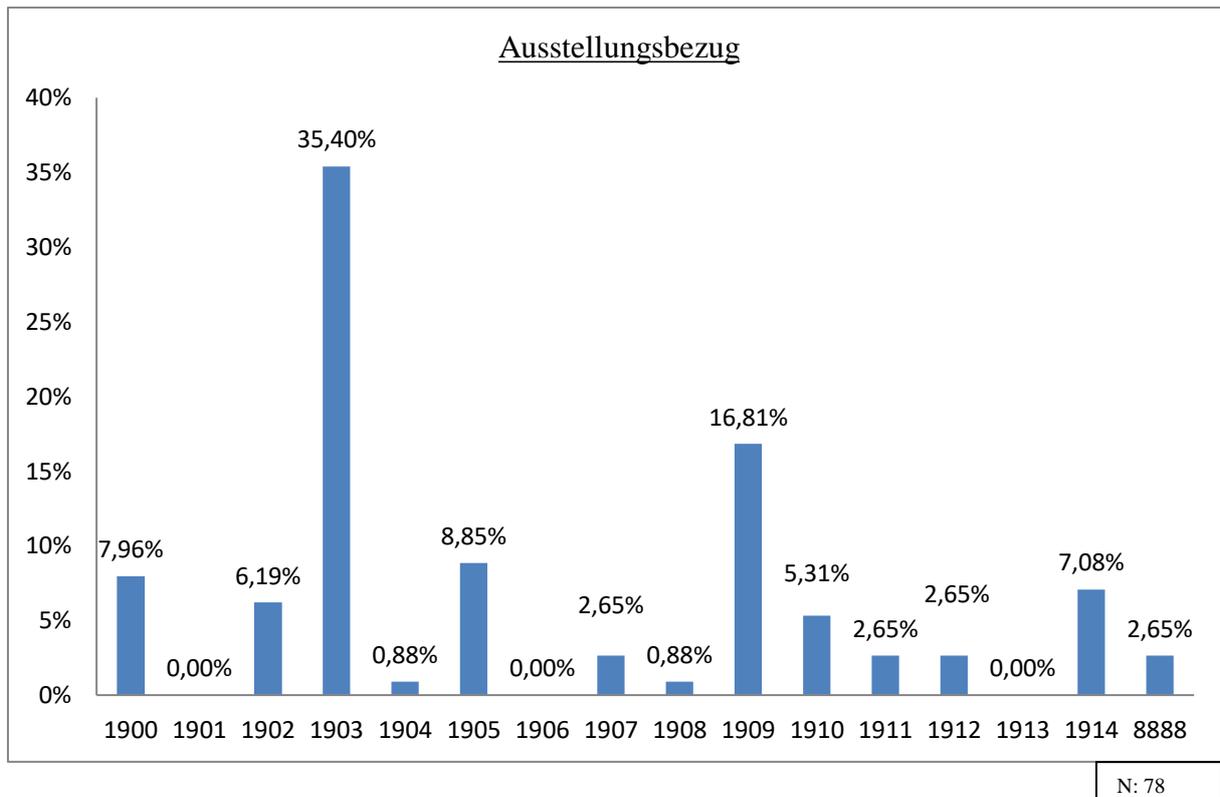


Abbildung 97: Ergebnis zu den Ausstellungsbezügen / % Anteil

Nr.	Exponat	Exponat	Exponat
1900	Ausstellung	1908	Die Vielfalt der Dinosaurier
1901	Wissen oder Fantasie	1909	Viel Kraft im Hals
1902	Beine als Pendel	1910	Ausstellungsstücke
1903	Gewaltige Masse	1911	3D Puzzle
1904	Halsbewegung	1912	Gewaltige Größe
1905	Stabiler Stand	1913	Dinolexikon
1906	Das Tragesystem des Rumpfes	1914	T-Rex Modell
1907	Wenn du so schwer wie ein T-Rex wärst...	8888	nicht zuzuordnen

Es ist deutlich zu erkennen, dass die Schüler vor allem auf die Exponate „Gewaltige Masse“ (1903) und „Viel Kraft im Hals“ (1909) Bezug nahmen. Hingegen nahmen die Schüler auf die Informationstexte „Wissen oder Fantasie“ (1901) und „Dinolexikon“ (1913) sowie auf das komplexe interaktive Exponat „Das Tragesystem des Rumpfes“ (1906) keinen Bezug.

Vergleicht man die Ergebnisse der Kurzzeitbefragung mit denen der Ausstellungsbezüge, so zeigen sich zwei Übereinstimmungen.

Während der Kurzzeitbefragung benannten die Schüler das Exponat „Gewaltige Masse“ (1903) mit 24,28% und das Exponat „Viel Kraft im Hals“ (1909) mit 20,23% am häufigsten. Das

Ergebnis zu den Ausstellungsbezügen zeigt, dass die Schüler ebenfalls das Exponat „Gewaltige Masse“ mit 35,40% und das Exponat „Viel Kraft im Hals“ mit 16,81% am häufigsten benannten. Beide Exponate gehören zu den simplen interaktiven Exponaten (siehe Exponatklassifizierung durch Wulf (2015) und Steuer.

9.4.3 Beobachtete Verhaltensweisen während des Besuchs

Während der Videobeobachtungen konnte der Autor sieben immer wiederkehrende Verhaltensweisen erkennen. Der Autor erstellte daraus ein siebenteiliges Verhaltensschema, mit verschiedenen Untergruppen. Nachfolgend werden die Verhaltensweisen vorgestellt.

Gruppenleiter	Verhaltensweisen
<i>Gruppenleiter</i>	Er schreitet voran. Legt Ziel und Weg fest. Gilt als richtungsweisend für die Exponatnutzung: Dauer und Intensität. <u>Häufige Aussagen:</u> „Kommt wir gehen.“ „Hier!“ „...komm mal her, ich will dir was zeigen.“
<i>Gruppenleiter (positiv)</i>	Er hält die Gruppe zum Experimentieren an. Er zeigt Interesse und lässt sich nicht von Nebensächlichkeiten ablenken. Er bestärkt die Gruppe positiv. Er gilt als Orientierungspunkt für Mitschüler. Er legt Meinungen vor, die von anderen bestätigt werden. An ihm orientieren sich Mitschüler.
<i>Gruppenleiter (negativ)</i>	Seine Verhaltensweisen sind die gleichen wie beim „ <i>Gruppenleiter positiv</i> “ nur in umgekehrter, negativer Form.

Lotse	Verhaltensweisen
	Es erfolgt eine Vorerkundung der Ausstellung. Beim Erkundungsbesuch erfolgt kaum eine Tätigkeit. Er verlässt die Ausstellung und kehrt nach einiger Zeit zurück. Bei seinem zweiten Besuch lotst er weitere Schüler in die Ausstellung. Er zeigt ihnen die Ausstellung, führt Mitschüler zu Exponaten und animiert sie zum Experimentieren. Er teilt sein Wissen und seine Erkenntnisse seinen Mitschülern oder anderen Besuchern mit. Er zeigt dabei aber keine Merkmale des Gruppenleiters.

Desinteressierte	Verhaltensweisen
	Seine Beschäftigungsintensität ist gering. Sein Besuch ist gekennzeichnet durch Betrachten der Exponate. Es erfolgt kaum eine Beschäftigung mit den Exponaten. Der Desinteressierte besucht die Ausstellung allein oder mit anderen, hat aber das Bestreben, die Ausstellung schnell zu verlassen, und/oder animiert andere Schüler, die Ausstellung zu verlassen.

Alleingänger	Verhaltensweisen
<i>Alleingänger (1. Form)</i>	Er besucht die Ausstellung allein. Es folgt ihm kein anderer Schüler. Er betrachtet die Exponate, ohne sich intensiv mit den Exponaten auseinander zu setzen. Er verlässt sehr schnell die Ausstellung.
<i>Alleingänger (2. Form)</i>	Er erkundet zunächst alleine die Ausstellung und verlässt sie wieder, ohne sich intensiv mit den Exponaten auseinander zu setzen. Später besucht er die Ausstellung noch einmal. Er lässt sich nicht ablenken und beschäftigt sich intensiv mit einem oder mehreren Exponaten.

Mitläufer	Verhaltensweisen
<i>Mitläufer (1. Form)</i>	Er ist in einen Gruppenbesuch eingebettet und folgt dieser Gruppe beim Experimentieren. Er tritt weder durch übermäßig positives oder negatives Verhalten hervor. Er trennt sich selten von der Gruppe, um eigenen Interessen nachzugehen. Er kehrt relativ zügig zur Gruppe zurück und verlässt die Ausstellung mit der Gruppe.
<i>Mitläufer (2. Form)</i>	Er ist in einen Gruppenbesuch eingebettet und folgt dieser Gruppe beim Experimentieren. Er tritt weder durch übermäßig positives oder negatives Verhalten hervor. Er trennt sich von der Gruppe und geht eigenen Interessen nach. Er beschäftigt sich intensiv mit einem oder mehreren Exponaten. Er kehrt nicht zur Gruppe zurück und verbleibt in der Ausstellung, um weiter zu experimentieren.
<i>Mitläufer (3. Form)</i>	Er ist in einen Gruppenbesuch eingebettet und folgt dieser Gruppe beim Experimentieren. Seine Experimentierzeiten und Intensitäten sind gering. Er interessiert sich für Nebensächlichkeiten, lenkt Mitschüler ab oder animiert Mitschüler zum gleichen Verhalten.

Dokumentierer	Verhaltensweisen
	Die Dokumentierer versuchen Informationen aus der Ausstellung aufzubewahren. Sie lassen sich in zwei Untergruppen einteilen.
<i>Fotografierer</i>	Er kann alleine oder in der Gruppe aktiv sein. Das soziale Interaktionsumfeld ist davon unabhängig. Sein Interesse / seine Begeisterung spiegelt sich nicht im Experimentieren wider, sondern vielmehr durch das Fotografieren, mit dem er die Ausstellung wahrnimmt. Das Dokumentieren kann privat erfolgen oder ist in eine schulische Aufgabe eingebunden. Fotografiert wird die Ausstellung als Gesamtes, einzelne Exponate, Informationsschilder oder Ausstellungsstücke.

<i>Schreiber</i>	Beim Schreiber liegen die gleichen Kriterien vor. Er schreibt die Informationsschilder ab oder macht sich zu den Exponaten Notizen, um Informationen aufzubewahren.
Strebsame	Verhaltensweisen
	Der Strebsame kann in eine Gruppe eingebunden sein oder sucht die Ausstellung allein auf. Der Strebsame lässt sich in zwei Untergruppen unterteilen.
Strebsame (1. Form)	Er wirkt intrinsisch motiviert. Er sucht sich eigenständig Exponate und beginnt intensiv zu experimentieren. Er versucht sich gegenüber anderen Schülern zu profilieren, indem er eigene Leistungen mitteilt und z.T. ein wettbewerbsartiges Verhalten zeigt.
Strebsame (2. Form)	Er wirkt extrinsisch motiviert. Er beginnt nur auf Anregung intensiv zu experimentieren. Er versucht sich gegenüber anderen Schülern zu profilieren, indem er eigene Leistungen mitteilt und z.T. ein wettbewerbsartiges Verhalten zeigt.

Abbildung 98: Beobachtete Verhaltensweisen / Experimentiertypen

Die Übergänge zwischen den einzelnen Verhaltensweisen sind fließend. D.h. es ist nicht möglich, jeden Schüler einem der aufgeführten Verhaltenstypen universal zuzuordnen. Vielmehr kommt es zu einer Kombination oder Vermischung der Verhaltensweisen. Ein Vergleich mit anderen Ausstellungen wird an dieser Stelle vom Autor nicht durchgeführt, da die hier vorgestellten Verhaltensweisen sich ausschließlich auf die Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ beziehen.

In der vorliegenden Arbeit wurde das Experimentierverhalten von Schülern an interaktiven Experimenten in der Phänomenta Flensburg untersucht. Den Untersuchungsschwerpunkt bildete hierbei die Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“. Darüber hinaus wurde durch eine Befragung das Wissen zum Thema „Dinosaurier“ untersucht. Damit sollte festgestellt werden, ob es zu einer nachhaltigen Verankerung von Eindrücken oder Erkenntnissen der Phänomene aus der Sonderausstellung gekommen war. Ein Erkenntnisgewinn war dann zu erkennen, wenn die Schüler bei der Nachbefragung Exponate genauer nennen, beschreiben oder zeichnen konnten. Der Autor ging davon aus, dass es durch die Ausstellung zu einem Wissenszuwachs an naturwissenschaftlichen Phänomenen kommen würde. Das populäre Thema „Dinosaurier“ bildete hierbei den Aufhänger.

In diesem Kapitel werden ausgewählte Punkte der Arbeit reflektiert und bewertet. Hierzu zählen vor allem die Methoden der Datenerhebung, die Durchführung der Beobachtung, die Entwicklung der Messinstrumente und die Beurteilung der Ergebnisse.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden durch den Autor, in Zusammenarbeit mit Wulf (2015), verschiedene Messinstrumente neu entwickelt, angepasst und weiterentwickelt. Hierzu zählen das Beobachtungsschema von Barriault (1999) zur Beurteilung des Lernverhaltens von Besuchern in Science Centern sowie die Assoziationskategorien zur Auswertung der Schülerassoziationen im Rahmen der Befragung, die der Autor durchführte. Mit dem weiterentwickelten Beobachtungsschema nach Barriault (1999) konnten alle Verhaltensweisen der Schüler ausreichend beurteilt werden. Es zeigte sich, dass die Assoziationskategorien detailliert ausgearbeitet waren und damit die Assoziationen auf den Mind-Maps umfassend kategorisiert werden konnten.

Es wurde bereits auf die Bedeutsamkeit des Themas „Dinosaurier“ für die Werbe-, Spiel- und Bekleidungsindustrie hingewiesen. Vergleicht man diese Präsenz mit den Inhalten in biologischen Schulbüchern, so stellt man fest, dass das Thema „Dinosaurier“ nur spärlich bis rudimentär vertreten ist. Ebenso wird dieses Thema nicht explizit im „Lehrplan Biologie des Landes Schleswig-Holstein“ genannt. (Mittlerweile sind die Lehrpläne durch die Fachanforderungen für das Fach Biologie abgelöst worden. Aus diesem Grund lassen sich die Sonderausstellung und die Unterrichtsthemen nicht direkt miteinander verbinden.) Erweiternd

müsste untersucht werden, inwieweit das Thema „Dinosaurier“ im Unterricht dennoch thematisiert wird, um eine nachhaltigere Verankerung der Phänomene aus der Ausstellung zu erreichen. Zahlreiche Unterrichtsmaterialien deuten darauf hin, dass ein großer Bedarf zum Thema „Dinosaurier“ besteht. Guderian (2007) schreibt hierzu in seiner Arbeit, dass es eine Verbindung zwischen Unterricht und außerschulischem Lernort geben sollte. Er schreibt, dass „es unbedingt notwendig ist, dass der Besuch des außerschulischen Lernorts inhaltlich zum Unterricht passt“ (Guderian, 2007, S. 169).

Im Rahmen dieser Arbeit erfolgte die Nachbefragung nach drei Monaten. Um nachhaltige Wirkungen zu untersuchen, wären Studien notwendig, die Klassen über einen Zeitraum von mehreren Jahrgangsstufen begleiten. Wie bereits erwähnt wurde, handelte es sich bei der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ nicht um eine Dauerausstellung. In weiterführenden Arbeiten sollte untersucht werden, inwieweit sich Inhalte aus kurzzeitigen Ausstellungen mit einem biologischen Themenschwerpunkt, wie es z.B. im Rahmen dieser Arbeit der Fall war, langfristig im Bewusstsein der Kinder verankern.

Es wurden in den Bundesländern Umstrukturierungen der Schulstrukturen durchgeführt. D.h. das dreigliedrige Schulsystem wird in ein „zweiteiliges“ Schulsystem umgestellt. Am Beispiel von Schleswig-Holstein wären das die „reinen“ Gymnasien sowie die Regional- und Gemeinschaftsschule. In diesen Schulen erfolgt ein differenzierter Unterricht, um den jeweiligen Ansprüchen der Schülerrinnen und Schüler gerecht zu werden. Die vorliegende Arbeit ließ diese Gliederung unberücksichtigt und unterteilte lediglich nach Schülern der Primar- und Sekundarstufe I. In Anbetracht der Neugliederung des Schulsystems wäre es notwendig, in nachfolgenden Arbeiten zu untersuchen, inwieweit sich diese heterogenen Klassengemeinschaften in ihrem Experimentierverhalten unterscheiden.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden aus 37 Klassen der Klassenstufen 4 bis 10 jeweils zwei Schüler pro Klasse einzeln beobachtet. Die Tätigkeiten des einzelnen Schülers an den einzelnen Exponaten wurde erfasst und gemäß den Beobachtungskategorien bewertet. Unberücksichtigt blieben die gruppenspezifischen Prozesse, d.h. wie experimentieren gemischte Gruppen, Mädchengruppen oder Jungengruppen. Wo lassen sich Unterschiede erkennen? Welche Exponattypen „bevorzugen“ Mädchengruppen oder Jungengruppen. Experimentieren gemischte Gruppen intensiver, weil beide Geschlechter die Stärken des anderen nutzen?

Die Ergebnisse der Kurzzeit- und Nachbefragung zeigten, dass sich Schüler vor allem an die simplen interaktiven Exponate erinnerten. Die Erinnerungsrate an die variablen bzw. komplexen interaktiven Exponate war deutlich geringer. Es bliebe zu untersuchen, ob dieses Ergebnis sich auch bei anderen Sonderausstellungen und Projekten mit biologischem Schwerpunkt zeigt und ob sich damit ein durchgängiges Muster abzeichnet. Als Grundlage könnte zunächst davon ausgegangen werden, dass Schüler bevorzugt nur einfache Exponate nutzen bzw. sich deren Phänomene merken und anspruchsvollere Exponate nur gering oder gar nicht nutzen. Lässt sich immer davon ausgehen, dass Schüler „nur“ nach dem Minimalprinzip verfahren oder auch das Maximalprinzip anstreben bzw. verfolgen? Hierbei wären auch die extrinsische und intrinsische Motivation zu berücksichtigen.

In der Auseinandersetzung mit den Exponaten kristallisierten sich verschiedene Experimentiertypen heraus. Dazu zählt der Gruppenleiter. Er gilt als richtungsweisend für die Exponatnutzung in Bezug auf die Dauer und Intensität. Dies kann sich in positiver als auch in negativer Ausprägung darstellen.

Der Lotse unternimmt eine Vorerkundung der Ausstellung mit zunächst geringer Tätigkeit. Er kehrt zurück und lotst weitere Schüler in die Ausstellung. Er präsentiert die Ausstellung und animiert zum Experimentieren.

Der Desinteressierte zeigt nur eine geringe Beschäftigungsintensität und beschränkt sich auf das Betrachten der Exponate. Sein Bestreben liegt im verlassen der Ausstellung.

Der Alleingänger erkundet die Ausstellung ohne Begleitung. Hierbei ist zwischen dem Alleingänger mit geringem Beschäftigungsverhalten und intensivem Beschäftigungsverhalten zu unterscheiden.

Der Mitläufer ist in eine Gruppe eingebunden. Es gilt hier zwischen drei Formen zu unterscheiden. Er ist zum einen in die Gruppe eingebunden und verlässt die Gemeinschaft auch nicht oder er trennt sich von der Gruppe, um intensiv zu experimentieren. Ein anderer beeinflusst die Gruppe in seinem negativen Verhalten.

Der Dokumentierer versucht die Informationen der Ausstellung aufzubewahren, indem er fotografiert oder sie schriftlich festhält.

Der Strebsame lässt sich in zwei Formen unterteilen. Zum einen ist der Strebsame intrinsisch motiviert und setzt sich intensiv mit den Exponaten auseinander und versucht sich gegenüber anderen Schülern zu profilieren. Zum anderen ist der Strebsame extrinsisch motiviert und setzt sich ebenfalls intensiv mit den Exponaten auseinander. Auch er versucht sich gegenüber anderen Schülern zu profilieren.

Das Verhalten der beiden erst genannten Experimentiertypen würde Aufschluss geben, inwieweit gruppendynamische Prozesse Einfluss auf das Verhalten hätten.

Zuvor wurde bereits dargestellt, dass sich die Gesellschaft von einer Industrie- zu einer Wissensgesellschaft verändert. Die Ressource Wissen wird zunehmend wichtiger. Gleichzeitig ist festzustellen, dass das Interesse an zukunftsorientierten Bereichen, wie z.B. in den Naturwissenschaften rückläufig ist. Zwar zeigt die PISA-Studie, dass sich im nationalen und internationalen Vergleich die Leistungsergebnisse verbessert haben, aber zur Spitzengruppe gehört die Bundesrepublik Deutschland nicht.

In dieser Arbeit wurde nur zwischen der Primar- und Sekundarstufe I unterschieden. Im Bereich der Sekundarstufe I fand keine Ausdifferenzierung in Klassen der Sekundarstufe I von Gymnasien oder anderen Schulformen statt. Damit konnte auch nicht ermittelt werden, ob es Leistungsunterschiede zwischen diesen Schulformen gibt. Ebenso wurde in dieser Arbeit nicht die soziale Struktur berücksichtigt. Somit konnte nicht zwischen Kindern der bildungsnahen und bildungsfernen Schicht unterschieden werden.

Hamm (2015) weißt bereits in ihrer Arbeit auf diesen Themenschwerpunkt hin. Das Erreichen bildungsferner Schichten wird „übereinstimmend als eine wichtige Herausforderung für die Zukunft interaktiver Ausstellungen diskutiert, denn bestehende Formate der Wissenschaftskommunikation würden in der Regel eher das Bildungsbürgertum erreichen“ (Hamm, 2015, S. 251 in Bezug auf Gerber, 2011 und Winter, 2012). Die Arbeit von Hamm (2015) bezieht sich jedoch auf erwachsenes Publikum von Science Centern.

Die vorliegende Arbeit erweitert das Forschungsfeld „Science Center“ mit ihrer breiten Datenlage um ein weiteres „Puzzlestück“ und trägt dazu bei, wie „das fertige Bild“ aussehen könnte (Kapelari, 2011, S. 79). Die Erkenntnisse und das Wissen im naturwissenschaftlichen Bereich werden immer komplexer. Neuerungen führen dann schnell zu einem Bruch zwischen Schülern und den neuen naturwissenschaftlichen Inhalten. Schüler müssen befähigt werden, flexibel auf neue Erkenntnisse und neues Wissen einzugehen.

Science Center mit ihren interaktiven Exponaten können dazu beitragen, dass die Schüler ein stabiles Grundgerüst für die naturwissenschaftliche Bildung erhalten. Es wird ihnen ermöglicht, ihr selbstständig erlerntes Wissen auf spätere Lebenslagen anzuwenden. Eine entscheidende Rolle spielt hierbei der Grundsatz: „Von der Hand in den Verstand“ (Nuding, 2000, S. 8).

Die mangelnden Kenntnisse deutscher Schülerinnen und Schülern im Bereich der Naturwissenschaften und Mathematik wurde durch die PISA Studie aus dem Jahr 2000 offen zu Tage gelegt. Seitdem hat sich die Lage etwas verbessert, dennoch besteht immer noch Handlungsbedarf, um die Leistungen und Kenntnisse in den Naturwissenschaften und Mathematik zu verbessern.

Um dies zu ermöglichen, haben sich viele außerschulische Bildungseinrichtungen etabliert. Zu diesen Einrichtungen zählt beispielsweise die Phänomenta Flensburg. Begonnen hat alles mit ersten Experimentierstationen in der ehemaligen PH in Flensburg. Seitdem hat sich vieles verändert. Mittlerweile ist die Phänomenta eine feste Größe in der außerschulischen Bildungslandschaft. Ihr pädagogisches Konzept orientiert sich am Exploratorium in San Francisco, welches als erstes Science Center weltweit gilt. Auf selbsterkundende Art können hier interaktive Experimentierstationen genutzt werden und Erkenntnisse zu verschiedenen Phänomenen aus den Naturwissenschaften gewonnen werden. Im Vordergrund stehen Selbstständigkeit und Selbsttätigkeit. Erklärungen sind in der Phänomenta nicht zu finden.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde das außerschulische Lernen an interaktiven Exponaten in der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ in der Phänomenta Flensburg untersucht. Zielgruppe waren Schülerinnen und Schüler der Primar- und Sekundarstufe I.

Mittels des populären Themas „Dinosaurier“ sollten Kindern und Erwachsenen physikalische Zusammenhänge nähergebracht werden. Die Sonderausstellung wurde von Wulf (2015) und dem Autor in ihrer Konzeption unterstützt. Die Sonderausstellung umfasste 14 Experimentierstationen. Unterschiedliche Themenbereiche aus der Physik wurden in der Sonderausstellung behandelt. Die Experimentierstationen besaßen unterschiedliche Schwierigkeitsgrade. Von ihrer Gestaltung grenzten sie sich von den Stationen der regulären Ausstellung ab.

Die Datenerfassung erfolgte zum einen durch eine Befragung. Hierzu wurde die Mindmap-Methode gewählt. Zum anderen wurden Videobeobachtungen in der Sonderausstellung durchgeführt. Ausgewertet wurde die Befragung mittels Assoziationskategorien, die der Autor mit einem Forschungsseminar der Europa-Universität Flensburg entwickelt hat. Die Videobeobachtungen wurden durch das Categoriesystem von Chantal Barriault (1999),

welches durch Schließmann (2005), Öhding (2009), Wulf (2015) und dem Autor weiterentwickelt wurde ausgewertet.

Intention dieser Arbeit bestand aus zwei Punkten:

1. Durch die Videobeobachtungen sollte das Verhalten von Schülern in der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ analysiert werden. Damit sollten Erkenntnisse zum Experimentierverhalten von Schülern in Science Centern gesammelt werden.
2. Gleichzeitig erfolgt eine offene Befragung von Schülern zum Thema „Dinosaurier“. Im Rahmen der Vorbefragung sollte das Wissen zum Thema „Dinosaurier“ dokumentiert werden. Bei der Nachbefragung (drei Monate später) wurde davon ausgegangen, dass die Schüler, die die Ausstellung besucht hatten, auch verschiedene Inhalte wiedergeben könnten. Eine Manifestierung der Ergebnisse wäre dann festzustellen, wenn die Schüler versuchen würden verschiedene Stationen zu beschreiben oder sie grafisch darzustellen.

Diese Arbeit orientiert sich an den drei nachfolgenden Fragen.

1. Welches Wissen liegt bei den Schülern vor- und nach dem Besuch der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ zum Thema Dinosaurier vor?
2. Wie haben sich die Schüler in der Ausstellung verhalten bzw. beschäftigt?
3. Gibt es einen Zusammenhang zwischen Wissen und Beschäftigung in der Ausstellung?

Im Rahmen der Befragung wurden 37 Klassen mit insgesamt 777 Schülern befragt. Zum Zweck der Beobachtung standen 23 Klassen zur Verfügung. Munro u.a. (2010) führen aus, dass sich im Rahmen von standardisierten Befragungen anhand von Fragebögen bereits bei 60 Befragungen Trends erkennen lassen. Mit einer Schüleranzahl von 777 Schülern, lassen sich nachhaltige Aussagen treffen (Munro u.a., 2010, S. 42). Die Beobachtungen und die Befragungen erfolgten von September 2010 bis April 2011. Die vorliegende Arbeit ist in Hypothesenblöcke A bis C mit ihren jeweiligen Leit- und Unterhypothesen gegliedert.

A. Leithypothese: Unter Schülern der Primarstufe und der Sekundarstufe I sind gute Kenntnisse zu Dinosauriern verbreitet. Entsprechend wird die Sonderausstellung positiv aufgenommen und führt zu Lerneffekten.

1. Hypothese: Die Befragung zeigt, dass Schüler der Primarstufe über ein größeres Wissen an Dinosauriern verfügen, als Schüler der Sekundarstufe I.

2. Hypothese: Bei der Nachbefragung ist bei beiden Schulstufen eine höhere Anzahl an Assoziationen zum Begriff „Dinosaurier“ festzustellen als bei der Vorbefragung.

Die Ergebnisse zeigten, dass die 1. Hypothese nicht bestätigt werden kann, da die Ergebnisse zwischen den Schülern der Primar- und Sekundarstufe I fast nahezu identisch sind.

Die 2. Hypothese konnte nicht eindeutig bestätigt werden, da bei beiden Schulstufen eine leichte Zunahme von Assoziationen festzustellen war. Sie lag bei den Schülern der Primarstufe bei 101 Assoziationen und bei den Schülern der Sekundarstufe I bei 151 Assoziationen.

B. Leithypothese: Mädchen und Jungen unterscheiden sich in der Nutzung und im Effekt der Sonderausstellung.

1. Hypothese: Bei der Nachbefragung zeigt sich, dass sich Mädchen mehr an die Ausstellung und an die Exponate erinnern können als die Jungen.

2. Hypothese: Die Beschilderung an den verschiedenen Exponaten wird von Jungen weniger gelesen als von Mädchen.

Die 1. Hypothese aus dem Hypothesenblock B, konnte nicht bestätigt werden, da das Ergebnis zwischen Mädchen und Jungen nahezu identisch ist.

$$66 \text{ Nennungen} \div 45 \text{ Mädchen} = 1,46 \text{ Nennungen pro Mädchen}$$

$$47 \text{ Nennungen} \div 33 \text{ Jungen} = 1,42 \text{ Nennungen pro Junge}$$

Die 2. Hypothese konnte bestätigt werden. Die Schüler besuchten zwar häufiger die Ausstellung, nutzten jedoch die Beschilderung nur bis zu den Zweitbesuchen. Die Schülerinnen besuchten die Ausstellung weniger, nutzten hingegen bei allen Besuchen die Beschilderung.

C. Leithypothese: Das Verhalten der Schüler in der Sonderausstellung und der Effekt hängt von verschiedenen externen Faktoren ab, insbesondere von der Art des Exponats und der Häufigkeit des Ausstellungsbesuchs.

1. Hypothese: Je unkomplizierter ein interaktives Exponat gestaltet ist, desto häufiger und intensiver wird es von den Schülern genutzt.

2. Hypothese: Ein wiederholter Ausstellungsbesuch korreliert positiv mit dem Experimentierverhalten der Schüler und zeigt sich in einer intensiveren Beschäftigung.

3. Hypothese: Im Rahmen der Nachbefragung benennen oder beschreiben Schüler vor allem Exponate, bei denen das Erfolgserlebnis am höchsten ist.

Die 1. Hypothese im Block C konnte in Bezug auf die Nutzungshäufigkeit nicht bestätigt werden, da die simplen interaktiven Exponate nicht kontinuierlich am häufigsten genutzt wurden. In Bezug auf die Nutzungsintensität kann die Hypothese nur bedingt bestätigt werden, da die simplen interaktiven Exponate bei den Erstbesuchen nicht am intensivsten genutzt wurden. Hingegen wurden sie bei den Zweit- und Drittbesuchen am intensivsten genutzt. Bei den seltenen Viert- und Fünftbesuchen entsprach kein Experimentierverhalten der Kategorie drei oder vier.

Die zu untersuchende 2. Hypothese konnte nicht eindeutig bestätigt werden. Ausgenommen der Viertbesuche entsprach das Experimentierverhalten vor allem der Kategorie zwei. Der vermehrte Ausstellungsbesuch zeigte nicht, dass es zu einem intensiveren Experimentieren gekommen war.

Die 3. Hypothese konnte bestätigt werden. Es kann festgehalten werden, dass desto einfacher und zielerfolgreicher ein Exponat ist, desto mehr hinterlässt es eine nachhaltige Wirkung und Lernleistung.

Neben den hypothesengebundenen zusammengefassten Ergebnissen stellt der Autor auch die hypothesenungebundenen Ergebnisse vor. Hierzu zählen die Kurzzeitbefragung, Ausstellungsbezüge und Experimentiertypen.

Bei der Kurzzeitbefragung zeigte sich, dass sich die Schüler mit 24,28% am häufigsten an das Exponat „Gewaltige Masse“ (1903) und mit 20,23% an das Exponat „Viel Kraft im Hals“ erinnern konnten.

Auch bei den Ausstellungsbezügen im Rahmen der Nachbefragung zeigte sich ein ähnliches Bild. Hier nahmen die Schüler am häufigsten auf das Exponat „Gewaltige Masse“ (1903) (35,40%) und auf das Exponat „Viel Kraft im Hals“ (1909) (16,81%) Bezug.

Im Rahmen der videogestützten Datenauswertung zeigten sich immer wiederkehrende Besuchertypen. Der Autor unterteilte diese Verhaltensweisen in sieben Kategorien mit verschiedenen Unterkategorien. Dazu zählen der Gruppenleiter, der Lotse, der Desinteressierte, der Alleingänger, der Mitläufer, der Dokumentierer und der Strebsame.

Anderson, D. / Lucas, K.B. / Ginns, I.S. / Dierking, L.D.: Development of knowledge about electricity and magnetism during a visit to a science museum and post-visit activities. *Science Education*, Vo. 84 (5), 658-679, 2000

Arnold, Karl-Heinz: Wissen, psychologisch. In: Keck, Rudolf W. & Sandfuchs, Uwe & Feige, Bernd: Wörterbuch Schulpädagogik. Julius Klinkhardt, 2. Auflage, Regensburg, 2004

Asmussen, Sören: Die Perspektive von Lehrern auf den außerschulischen Bildungsort Science Center – eine explorative Fragebogenuntersuchung am Beispiel der *Phänomena*. In: Dernbach, Beatrice, Kleinert, Christine, Münder, Herbert (Hrsg.): Handbuch Wissenschaftskommunikation. Springer VS, Wiesbaden, 2012

Asmussen, Sören: Interaktives Lernen an Stationen im Primarbereich. Eine zweistufige quasiexperimentelle Evaluationsstudie der Langzeitwirksamkeit eines naturwissenschaftlichen Bildungsobjekts. Flensburg: Online Publikation der Zentralen Hochschulbücherei, 2007

Asmussen, Sören: Lernen im Science-Center am Beispiel der *Phänomena*. Eine explorative Fragebogenuntersuchung zur Perspektive von Lehrerinnen und Lehrern. In: <http://www2.huberlin.de/wsuebeneI/superworte/naturwiss/center.pdf> (9.7.2019)

Aufschnaiter, Claudia von: Mithilfe von Experimenten lernen – (wie) geht da? In: *Naturwissenschaften im Unterricht. Physik. Lernen durch Experimentieren*. Erhard Friedrich Verlag GmbH, Ausgabe 6/08, 19. Jahrgang, Heft 108, 2008

Bade, Claudia: Informelles Lernen im mehrsprachigen Science-Center *Le Vaisseau*. Ein Beitrag zur Science-Center-Pädagogik. Lüneburg, 2010

Barriault, Chantal: The Science Center Learning Experience: A Visitor-Based Framework. In: *The Informal Learning Review* 1999

Baumert, Jürgen, u.a. (Hrsg.) Deutsches PISA-Konsortium: PISA 2000 – Die Länder der Bundesrepublik im Vergleich. Leske + Budrich, Opladen, 2002

Becker, Gerold / Neuß, Norbert / Mörschbach, Judith: Im Gebirge der Lerntheorien. In: *Schüler. Wissen für Lehrer. Lernen. Wie sich Kinder und Jugendliche Wissen und Fähigkeiten aneignen*. Erhard Friedrich Verlag in Zusammenarbeit mit Klett, Seelze, 2005

Becker, B.J. / Chang, L.: Measurement of science achievement & its role in gender differences. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, C.A., 1986

Bell, Daniel: Die nachindustrielle Gesellschaft. Campus Verlag GmbH, Frankfurt am Main, 1975

Bender, Christiane: Die Geburt der Wissensgesellschaft aus dem Geist des Kalten Krieges. In: <http://www.bpb.de/apuz/158657/die-geburt-der-wissensgesellschaft-aus-dem-geist-des-kalten-krieges> (18.12.2018)

Berck, Heide, Starosta Bernhard: Lernorte außerhalb der Schule. In: Killermann, Wilhelm und Staeck, Lothar (Hrsg): Methoden des Biologieunterrichts. Bericht über die Tagung der Sektion Fachdidaktik im Verbund Deutscher Biologen in Hersching. Köln, 1990

Berck, Karl-Heinz: Biologiedidaktik. Grundlagen und Methoden. UTB. Quelle & Meyer, Stuttgart, 1999

Berg, Lilo: Dann schickte mich der Senat nach San Francisco. In: Berliner Zeitung, 2007. In: <https://archiv.berliner-zeitung.de/archiv/heute-vor-25-Jahren-eroeffnete-otto-luehrs-das-erste-deutsche-schience-cenetr--das-heutige-spectrum--andere-staedte-haben-sich-ein-beispiel-genommen---und-berlin-ueberholt--dann-schickte-mich-der-senat-nach-san-fransisco-,10810590,10525308.html>

Bertelsmann Lexikon in drei Bänden. Wissen Media Verlag GmbH, Gütersloh / Münschen, 2003

Besio, Remo: Idee und Erfahrungen der „Science Center“. In: Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 16 (1998)

Blaseio, Beate: Außerschulische Lernorte im Sachunterricht. Vielperspektivisches Sachlernen vor Ort. In: Erhorn, Jan / Schwier, Jürgen (Hg): Pädagogik außerschulischer Lernorte. Eine interdisziplinäre Annäherung. Transcript Verlag, Bielefeld, 2016

Blombach, Joachim & Wibbing, Giesela: Mind-Mapping I. In: Lernkompetenz I. Bausteine für eigenständiges Lernen 5./6. Schuljahr. Cornelsen Scriptor, Berlin, 2001

Bolte, Claus: Natur-Wissen schaffen (auch) außerhalb von Schule und Unterricht. In: Höttecke, Dietmar (Hg): Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDGP). Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. LIT-Verlag. 2007

Borgmann, Albert: Holding on to Reality. The Nature of Information at the Turn of the Millenium, Chicago, 1999

Borun, Minda & Miller, Maryanne: „What’s in a name? A study of the effectiveness of explanatory labels in a science museum“. Franklin Institute, Phil., 1980

Bower, Gordon H., Hilgard, Ernest R.: Theorien des Lernens. Verlagsgemeinschaft Ernst Klett-J. G. Cotta’sche Buchhandlung. Stuttgart, 1983

Brüning, Jens: Das erste Science Center der Welt. Die Berliner Urania. In: Museumsjournal: Berichte aus Museen, Schlössern und Sammlungen in Berlin und Potsdam. Kulturprojekte Berlin GmbH. Berlin, 2010

Bundeszentrale für politische Bildung: Klassenziel... nach dem Pisa-Schock. Bonn, 2002

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Das informelle Lernen. Die internationale Erschließung einer bisher vernachlässigten Grundform menschlichen Lernens für das lebenslange Lernen aller. Bonn, 2001

Buzan, Tony & Buzan, Barry: Das Mind-Map Buch. Die beste Methode zur Steigerung ihres geistigen Potenzials. Münchener Verlagsgruppe, 2. Aktualisierte und erweiterte Auflage, München, 2017

Crößmann, Anja & Günther, Lisa: Erwerbstätige nach Wirtschaftsbereichen und Berufsgruppen. In: <http://www.bpb.de/nachschlagen/datenreport-2018/arbeitsmarkt-und-verdienste/278089/erwerbstaetige-nach-wirtschaftsbereichen-und-berufsgruppen> (21.12.2018)

Dähnhardt, D., Haupt, O. J., Pawek, C. (Hrsg.): Kursbuch 2010. Schülerlabore in Deutschland, Tecum Verlag, Marburg, 2009

DeBaz, T.P.: A meta-analytsis oft he relationship between students´ charateristics and achievement and attitudes toward science. Unpublished Ph.D., Ohio Sate University, OH, 1994

Dempster, Martin & Donncha, Hanna: Forschungsmethoden der Psychologie und Sozialwissenschaften (für Dummies). WILEY VCH Verlag GmbH, Weinheim, 2017

Deutscher Bildungsrat: Empfehlungen der Bildungskommission zur Neuordnung der Sekundarstufe II. Konzept für eine Verbindung von allgemeinem und beruflichem Lernen, Bonn, 1974

Doyle, Arthur Conan: Die vergessene Welt. Übersetzt von Karl Soll. Vollständiger, durchgesehener Neusatz bearbeitet und eingerichtet von Michael Holzinger. Berlin, 2016 (Originalausgabe, 1912)

Drucker, Peter F.: Neue Realitäten. Wertewandel in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Econ Verlag, Düsseldorf, 1989

Duden: Schülerduden Biologie. Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, Mannheim, 2003

Dühlmeier, Bernd (Hrsg.): Außerschulische Lernorte in der Grundschule. Schneider Verlag Hohengehren, Baltmannsweiler, 2008

Dzanski, Gordon: Funktionsmorphologische Analysen langer Hälse bei rezenten terrestrischen Wirbeltieren zur Rekonstruktion der Stellung und Beweglichkeit langer Hälse prähistorischer Tiere. Universität Flensburg, 2006. In: <https://www.zhb-flensburg.de/fileadmin/content/spezial-einrichtungen/zhb/dokumente/dissertationen/dzanski/funktionsmorphologische-analysen.pdf>

Edelstein, Benjamin & Veith, Hermann: Schulgeschichte nach 1945: Von der Nachkriegszeit bis zur Gegenwart, 2017. In: <http://www.bpb.de/gesellschaft/bildung/zukunftsbildung/229702/schulgeschichte-nach-1945?p=all>

Englert, Achim & Kiupel, Michael: Der außerschulische Lernort Science Center. In: Dernbach, Beatrice, Kleinert, Christine, Münder, Herbert (Hrsg.): Handbuch Wissenschaftskommunikation. Springer VS, Wiesbaden, 2012

- Erpenbeck, John:** Erwachsenenlernen als Wissens- und Kompetenzmanagement. In: https://www.die-bonn.de/esprid/dokumente/doc-2000/nuiss100_05.pdf (12.7.2019)
- Faulstich, Peter:** Lernorte – Flucht aus der Anstalt. In: Faulstich, Peter, Bayer, Mechthild: Lernorte: Vielfalt von Weiterbildungs- und Lernmöglichkeiten. VSA-Verlag, Hamburg, 2009
- Fiesser, Lutz:** Anstiften zum Denken – die Phänomenta. Bericht über ein Forschungsprojekt. 1990
- Fiesser, Lutz:** Science-Zentren. Interaktive Erfahrungsfelder mit naturwissenschaftlich-technischer Grundlage. Schriftenreihe zum interaktiven Lernen. Nr. 1, Januar 2001 Sonderdruck aus: Fauser, P., Madelung, E.: Vorstellungen bilden – Beiträge zum imaginativen Lernen. Velber: Friedrich Verlag, 1996
- Fiesser, Lutz:** Science-Zentren. Oasen vor-formalen Lernens? In: Unterricht Physik. Lernen in Science-Zentren. Naturwissenschaft im Unterricht – Physik/Chemie. Heft 34, 7. Jahrgang, 1996
- Fiesser, Lutz & Kiupel, Michael:** Interaktive Expoante – mehr als eine Attraktion für Kids. Schriftenreihe zum interaktiven Lernen. Nr. 2, 1999. Nachdruck aus: Museum aktuell, Nr. 42, 1999
- Fiesser, Lutz:** Raum für Zeit. Quellentexte zur Pädagogik der interaktiven Science-Zentren. 1. Auflage, LABORAKADEMIE c/o Phänomenta, Flensburg in Kooperation mit dem Signet-Verlag, 2000
- Fiesser, Lutz:** Miniphänomenta. 52 spannende Experimente für den Schulflur und das Klassenzimmer. Ein wissenschaftliches Kooperationsprojekt von Universität Flensburg, NORDMETALL-Stiftung, VDMA Nord. Herausgegeben durch die NORDMETALL-Stiftung, 1. Auflage, Hamburg, 2005
- Förster, Hendrik:** Chemische Exponate für Kinder in Science Centern. Cuvillier Verlag, Göttingen, 2005
- Fournés, Angelika:** Lernen an außerschulischen Orten. In: Grundschule Sachunterricht, Heft Nr. 39, 3. Quartal, Braunschweig, Westermann, 2008
- Frantz-Pittner & Grabner, Silvia & Bachmann, Gerhild:** Die neue Science Center Didaktik – individuelle Denkprozesse, phänomenorientierte Inszenierungen und dialogische Interaktivität. In: Frantz-Pittner, Andrea & Grabner, Silvia & Bachmann, Gerhild (Hg.): Science Center Didaktik. Forschendes Lernen in der Elementarpädagogik. Schneider Verlag Hohengehren GmbH, Baltmannsweiler, 2011
- Freericks, Renate:** Erlebniswelten als inszenierte erlebnisorientierte Lernorte der Wissensgesellschaft. In: Freericks, Renate & Brinkmann, Dieter (Hrsg.): Handbuch Freizeitsoziologie. Springer VS, Wiesbaden, 2015
- Freeman, H. E.:** A meta-analysis of gender differences in mathematics achievement. Unpublished Ph. D., The University of Alabama, AL., 1984

Frey, Andreas, / Heinze, Aiso / Mildner, Dorothea / Hochweber, Jan / Asseburg, Regine: Mathematische Kompetenz von PISA 2003 bis PISA 2009. In: Klieme, Eckhard & Artelt, Cordula & Hartig, Johannes & Jude, Nina, Köller, Olaf & Prenzel, Manfred & Schneider, Wolfgang & Stanat, Petra: PISA 2009. Bilanz nach einem Jahrzehnt. Waxmann Verlag GmbH, Münster, 2010

Friedmann, L. Mathematics and the gender gap: A meta-analysis of recent studies on sex differences in mathematical tasks. *Review of Educational Research*, 59(2), 185-213, 1989

Frost, L. A. / Hyde, J.S. / Fennema, E. Gender, mathematics performance, and mathematics-related attitudes and affect: A meta-analytic synthesis. *International Journal of Educational Research*, 21, 373-385, 1994

Gerber, Alexander: Trendstudie. Vorhang auf für Phase 5. Chancen, Risiken und Forderungen für die nächste Entwicklungsstufe der Wissenschaftskommunikation. In: http://www.stifterverband.de/publikationen_und_podcasts/positionen_dokumentationen/wissenschaftskommunikation_trendstudie/wissenschaftskommunikation_trendstudie_2011.pdf

Geyer, Claudia: Museums- und Science-Center-Besuche im naturwissenschaftlichen Unterricht aus einer motivationalen Perspektive. Die Sicht von Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern. Logos Verlag, Berlin, 2008

Gookin, Dan: Microsoft® Word 2007 für Dummies. WILEY-VCH Verlag GmbH & KGaA, 1. Auflage, Weinheim, 2007

Gramelsberger, Gabriele: Science Center – Informale Bildungsorte. Hintergrundmaterial zur TV-Dokumentation „Die neue Lust am Wissen“ (3sat) über das phäno Science Center in Wolfburg von Gabriele Gramelsberger (scro) und Katrin Kramer (telekult), 2006 In: http://www.huettinger.de/cms/upload/PDF/Presse_Medienberichte/ScienceCenter-InformaleBildungsorte.pdf In: <https://www.yumpu.com/de/document/read/6227657/science-center-informale-bildungsorte-science-communication->

Groß, Jorge: Biologie verstehen: Wirkungen außerschulischer Lernangebote. 1. Auflage, Oldenburg: Didaktisches Zentrum, 2007 (Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion, Bd. 16)

Greenfield, T. A.: Sex differences in science museum exhibit attraction. *Journal of Research in Science Teaching*, 3(9), 925-938, 1995

Greeno, J.G. / Collins, A.M. / Resnick, L.B.: Cognition and learning. In D.C. Berliner & R.C. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 15-46). New York, Macmillan, 1996. In: <https://www.spektrum.de/lexikon/psychologie/wissen/16892>

Grunert, C.: Außerschulische Bildung. In: Reinders, H., Ditton, H., Gräsel, C. & Gniewosz, (Hrsg.), *empirische Bildungsforschung. Gegenstandsbereiche*. Berlin: Springer, 2015

Guderian, Pascal: Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte. Der Einfluss mehrmaliger Besuche eines Schülerlabors auf die Entwicklung des Interesses an Physik. Berlin, 2007

Gudjons, Herbert: Frontalunterricht - neu entdeckt. Integration in offene Unterrichtsformen. Verlag Julius Klinkhardt, 2. durchgesehene Auflage, Bad Heilbrunn, 2007

Haladyna, T. / Shaughnessy, J.: Attitudes toward science: A quantitative synthesis. Science Education, 66(4), 547-563, 1982

Haller, Kerstin: Lernen im Museum und im Science Center. Pädagogische und psychologische Grundlagen. In: Noschka-Roos, Annette (Hg.): Besucherforschung im Museum. Instrumentarien zur Verbesserung der Ausstellungskommunikation. Deutsches Museum, 2003

Hamm, Annett: Wissensvermittlung im Science Center. Kontextualisierte interaktive Ausstellungen als Wissensquelle für Erwachsene. Universität Gießen, 2015

Hattie, John: Lernen sichtbar machen. Überarbeitete deutschsprachige Ausgabe von „Visible Learning“ besorgt von Wolfgang Beywl und Klaus Zierer. Schneider Verlag Hohengehren, Baltmannsweiler, 2018

Heering, Peter & Kiupel, Michael & Schulze Heuling, Lydia: Physikalische Bildung in außerschulischen Kontexten am Beispiel der Science Center. In: Erhorn, Jan, Schwier, Jürgen (Hg.): Pädagogik außerschulischer Lernorte. Eine interdisziplinäre Annäherung. Transcript Verlag, Bielefeld, 2016

Heinemann, Marc: Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen beim Experimentieren im physikalischen Sachunterricht. Wissenschaftliche Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen im Fach Sachunterricht. Kassel, 2018 In: <https://kobra.uni-kassel.de/bitstream/handle/123456789/2018081455972/HeinemannWissenschaftlicheHausarbeit.pdf?sequence=3&isAllowed=y> (9.7.2019)

Henze, Godehard: Lernen. In: Keck, Rudolf W. & Feige, Bernd: Wörterbuch Schulpädagogik. 2. Auflage. Klinkhardt, 2004

Hertlein, Margit: Mind Mapping – Die kreative Arbeitstechnik. Spielerisch lernen und organisieren. Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbeck bei Hamburg, 2001

Hines, H. E.: Gender-related differences in mathematics participation and achievement: A meta-analysis. Unpublished Ed.D., University of Houston, Texas, United States. 1989

Hobmair, Hermann, u.a.: Pädagogik, Bildungsverlag EINS, 3. Auflage, Troisdorf, 2002

Hobmair, Hermann, u.a.: Psychologie, Bildungsverlag EINS, 3. Auflage, Troisdorf, 2003

Hoffmann, Markus: „Bildung + Science“, Friedrich Verlag GmbH, 2010

Höflich, Joachim R.: Interaktivität. In: Bentele, Günter / Brosius, Hans-Bernd / Jarren, Otfried (Hrsg.): Lexikon Kommunikations- und Medienwissenschaft. VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2006

Höller, Doris: Dinosaurier. Hase und Igel Verlag GmbH, München, 2016

Holst, Sönke: Entwicklung und Evaluation interaktiver Experimentierstationen. Studie zur Überprüfung der Bildungswirksamkeit erfahrungsfördernder Experimentierstationen in der Primar- und Orientierungsstufe. Der Andere Verlag, Tönning, Lübeck und Marburg, 2005

Holzinger, Andrea: Die Bedeutung von Science Centern als außerschulische Lernorte im Unterricht der Volksschule. In: Frantz-Pittner, Andrea & Grabner, Silvia & Bachmann, Gerhild (Hg.): Science Center Didaktik. Forschendes Lernen in der Elementarpädagogik. Schneider Verlag Hohengehren GmbH, Baltmannsweiler, 2011

Hopf, Arnulf: Grundschularbeit heute. Didaktische Antworten auf neue Lebensverhältnisse. Ehrenwirth Verlag, München, 1993

Hyde, J.S. / Fennema, E. / Ryan, M. / Frost, L.A. / Hopp, C.: Gender comparisons of mathematics attitudes and affect: A meta-analysis. *Psychology of Women Quarterly*, 14(3), 299-324, 1990

Hyde, J. S. / Fennema, E. / Lamon S. J.: Gender differences in mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 10(7), 139-155. 1990

Jacobsen, W.: Neue Medien contra Filmkultur. Wiss. Vlg. Spiess, Berlin, 2000

Jahnke-Klein, Sylvia: Mädchenmathe, Jungenmathe. In: Jungen. Schüler. Wissen für Lehrer. Erhard Friedrich Verlag in Zusammenarbeit mit Klett, Seelze, 2007

Jarvis, Tina & Pell, Anthony: Factors influencing Elementary School Children's attitudes toward Science before, during, and after a visit to the UK National Space Centre; in: *Journal of Research in Science Teaching* Vol. 42, No. 1.

Junge, Michael: Schüler in der Phänomena – Herzlich willkommen. Unterricht Physik. Lernen in Science-Zentren. Naturwissenschaft im Unterricht – Physik/Chemie. Heft 34, 7. Jahrgang, 1996

Kahl, S.R. / Fleming, M.L. / Malone, M.R.: Sex-related differences in pre-college science: Findings of the science meta-analysis project. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, New York, 1982

Kajetzke, Laura & Engelhardt, Anina: Leben wir in einer Wissensgesellschaft? In: <http://www.bpb.de/apuz/158659/leben-wir-in-einer-wissensgesellschaft> (18.12.2019)

Kapelari, Suzanne: Wissenschaft – die Wissen schaft. Erkenntnisse aus der Lehr- und Lernforschung und Forschungstrends in der Science Center Didaktik. In: Frantz-Pittner, Andrea & Grabner, Silvia & Bachmann, Gerhild (Hg.): Science Center Didaktik. Forschendes Lernen in der Elementarpädagogik. Schneider Verlag Hohengehren GmbH, Baltmannsweiler, 2011

Keck, Rudolf: Lernorte und Lebenswelten. Neue Ansprüche, neue Möglichkeiten. In: *Pädagogische Welt*, Nr. 47, 1993

Keck, Rudolf W. & Sandfuchs, Uwe (Hrsg.): Schulleben konkret. Zur Praxis einer Erziehung durch Erfahrung. Verlag Julius Klinkhardt, Bad Heilbrunn/OBB., 1979

Kinder Medien Studie 2018. In: https://kinder-medien-studie.de/wp-content/uploads/2018/08/KMS_Handout_PK2018_FINAL_V2.pdf (9.4.2019)

Kiupel, Michael: Lernen im Science-Zentrum. Die Förderung interaktiver Lernprozesse durch Computer. Shaker Verlag, Aachen, 1996

Kiupel, Michael: „Science Center“ – Vom Staunen zum Denken. In: Mitteilungen und Berichte aus dem Institut für Museumskunde. Science Center, Technikmuseum, Öffentlichkeit. Workshop >>Public Understanding of Science<< II 3. Symposium >>Museumspädagogik in technischen Museen<<. Nr. 26, Berlin, 2003

Klaes, Esther / Welzel, Manuela: Außerschulische Lernorte und naturwissenschaftlicher Unterricht. In: Pitton, Anja: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDChP). Lehren und lernen mit neuen Medien. LIT-Verlag. 2005

Klieme, Eckhard & Artelt, Cordula & Hartig, Johannes & Jude, Nina, Köller, Olaf & Prenzel, Manfred & Schneider, Wolfgang & Stanat, Petra (Hrsg): PISA 2009. Bilanz nach einem Jahrzehnt. Waxmann Verlag GmbH, Münster, 2010

Klippert, Heinz: Eigenverantwortliches Arbeiten und Lernen. Bausteine für den Fachunterricht. Beltz Verlag, 3. Auflage, Weinheim und Basel, 2002

Konhäuser, Sabine: Lernen in Science Centers. Mensch und Mathematik. Verlag Dr. Kovac, Hamburg, 2004

Krainer, K. / Benke, G.: Mathematik – Naturwissenschaften – Informationstechnologie. Neue Wege in Unterricht und Schule? In: Nationaler Bildungsbericht Österreich, Band 2, Graz: Leykam, 2009

Kramer, D.: Die Jahrestagung des Deutschen Museumsbundes. Kritische Berichte, 2 (1/2). Frankfurt. 1974

Kronenberg, Georg: Rückblick in die Zukunft. In: Express Online. 26. Jg., 30.4. – 6.5.10, 17/10. Marbuch-Verlag GmbH, 2010 (Interview mit Professor Hans-Peter Ziemek, Biologiedidaktik-Professor, Universität Gießen) In: <https://www.marbuch-verlag.de/archiv.asp?jahr=2010&woche=17&type=100>

Kubacki, Gabriele / Elsholz, Markus / Trefzger, Thomas: Science Center im Spannungsfeld zwischen Wissensvermittlung und Freizeitspaß. In: Didaktik der Physik, Frühjahrstagung, Mainz, 2012 In: <http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/view/348/464>

Kuntz-Brunner, Ruth: Lernen als Spiel. In: Wunder der Wissenschaft. Lernen im Science Center. DAAD Letter. Das Magazin für DAAD Alumni. 2008, 28. Jg.

Lambert, David: Dinosaurier. In: Memo Wissen entdecken. Dorling Kindersley Verlag GmbH, München, 2011

Lehrplan Biologie: für Sekundarstufe I der weiterführenden allgemeinbildenden Schulen. Hauptschule, Realschule, Gymnasium. Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und

Kultur des Landes Schleswig-Holstein, 1997/1998 (*der Lehrplan ist seit dem Schuljahr 2016/2017 ersetzt wurden durch die Fachanforderungen Biologie*)

Leitfaden für die Erstellung interaktiver Exponate. Wissenschaft im Dialog. In: <https://www.bing.com/search?q=Leitfaden+f%C3%BCr+interaktive+Exponate+MS+Wissenschaft+Wissenschaft+im+Dialog&form=PRACE1&pc=ACTE&httpsmsn=1&refig=6bcea8d4cffa4cbe9aeaa2a96b313362&sp=-.1&pq=leitfaden+f%C3%BCr+interaktiv&sc=0-24&qsn=&sk=&cvid=6bcea8d4cffa4cbe9aeaa2a96b313362> (7.7.2019)

Lewalter, Doris & Geyer, Claudia: Evaluation von Schulklassenbesuchen im Museum. In: Zeitschrift für Pädagogik. Jahrgang 51, Heft 6, November/Dezember 2005

Lewalter, Doris & Geyer, Claudia: Motivationale Aspekte von schulischen Besuchen in naturwissenschaftlich-technischen Museen. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft. Schwerpunkt: Lernen im Museum. 12 Jahrgang, Heft 1, 2009

Liedtke Max: Wissen, anthropologisch. In: Keck, Rudolf W. & Sandfuchs, Uwe: Wörterbuch Schulpädagogik. 2., völlig überarbeitete Auflage, Julius Klinkhardt, Regensburg, 2004

Linn, M.C. / Hyde, J.S.: Gender, mathematics, and science. Educational Researcher, 18(8), 17-27, 1989. Linn, M.C./ Petersen, A.C.: Emergence and characterization of sex difference in spatial ability: A meta-analysis. Child Development, 56(6), 1479-1498, 1985

Locker, Pam: Ausstellungs Design. Stiebner Verlag GmbH, München, 2011

Looß, Maïke: Hands on! Mind off? Anmerkungen zur Didaktik in Science Centers. In: Höner, Kerstin / Looß, Maïke / Müller, Rainer (Hg): Studienmaterial zu interdisziplinären Aspekten der Naturwissenschaftsdidaktiken, LIT Verlag, Münster, 2004

Looß, Maïke: Science Center: Lernort oder Spielplatz? In: Unterricht Biologie. Zeitschrift für alle Schulstufen. Offenes Experimentieren. Pädagogische Zeitschrift bei Fridrich in Velber in Zusammenarbeit mit Klett, 30. Jahrgang, 2006

Lück, Giesela: Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung. Theorie und Praxis für die Arbeit in Kindertageseinrichtungen. Verlag Herder, Freiburg im Breisgau, 2003

Maasen, Sabine: Wissenssoziologie. Transcript Verlag, 2. komplett überarbeitete Auflage, Bielefeld, 2009

Mandl, H. / Gruber, H. / Renkl, A.: Lernen im Physikunterricht. Brückenschlag zwischen wissenschaftlicher Theorie und menschlicher Erfahrungen. In: Deutsche Physikalische Gesellschaft (Hrsg): Didaktik der Physik, Esslingen, 1993

Mandl, Heinz: Wissensaufbau aktiv gestalten. Lernen aus konstruktivistischer Sicht. In: Schüler. Wissen für Lehrer. Lernen. Wie sich Kinder und Jugendliche Wissen und Fähigkeiten aneignen, Erhard Friedrich Verlag in Zusammenarbeit mit Klett, Seelze, 2006

Mergen, Simone: Mediale Vermittlung in Museen. In: Commandeur, Beatrix / Kunz-Ott, Hannelore / Schad, Karin (Hg): Handbuch Museumspädagogik. Kulturelle Bildung in Museen. Bundesverband Museumspädagogik, kopaed, München, 2016

Meyer, Hilbert: Auf den Unterricht kommt es an! – Hatties Daten deuten lernen! In: Terhart, Ewald: Die Hattie-Studie in der Diskussion: Probleme sichtbar machen, Klett, Seelze, 2. Auflage, 2014

Mitchell, T.D.: Verschiedene Lernorte im Zusammenhang der Education Permanente. In: Unterrichtswissenschaft, 1974, Heft 1

Moskatov, Olesja: Erprobung von Kriterien zur Beschäftigungsintensität an interaktiven Exponaten von Besuchern von Science Center am Beispiel Phänomena Flensburg. Universität Flensburg (Bachelorarbeit), 2010

Müller-Benedict, Volker: Grundkurs Statistik in den Sozialwissenschaften. Eine leicht verständliche, anwendungsorientierte Einführung in das sozialwissenschaftlich notwendige statistische Wissen. VS Verlag für Sozialwissenschaften, 4. überarbeitete Auflage, Wiesbaden, 2007

Münch, Joachim: Lernorte und Lernortkombinationen im internationalen Vergleich: Innovation, Modelle und Realisationen in der Europäischen Gemeinschaft. Berlin, 1985

Munro, Patricia & Siekierski, Eva & Weyer, Monika & Pyhel, Thoma (Hrsg.): Wegweiser Evaluation. Von der Projektidee zum bleibenden Ausstellungserlebnis. Oekom Verlag, 2009

Nahrstedt, Wolfgang & Brinkmann, Dieter & Theile, Heike & Röcken, Guido: Lernort Erlebniswelt. Neue Formen informeller Bildung in der Wissensgesellschaft. Institut für Freizeitwissenschaft und Kulturarbeit e.V. (IFKA). Bielefeld, 2002

Nuding, Anton: Von der Hand in den Verstand. Handlungsorientiertes Lernen im Sachunterricht. Schneider Verlag Hohengehren, 2000

Öhding, Nadine: Interaktive Experimentierstationen im Elementarbereich. Eine kategoriegeleitete Videostudie zur Analyse des Lern- und Arbeitsverhaltens von Kindergartenkindern im Vorschulalter an interaktiven Experimentierstationen. Verlag Dr. Kovac, 1. Auflage, Hamburg, 2009

Oerter, Rolf / Montada, Leo (Hrsg.): Entwicklungspsychologie. 5., vollständig überarbeitete Auflage, Beltz Verlage, Weinheim, Basel, Berlin, 2002

Oppenheimer, Frank: Exhibit Conception and Design. In: http://www.exploratorium.edu/files/about/our_story/history/frank/pdfs/e.cd.pdf (16.7.2019)

Orion, N. & Hofstein, A.: The measurement of students' attitudes towards scientific field trips. Science Education, 75(5), 513 – 523, 1991

Orion, N. & Hofstein, A.: Factors that influence learning during a scientific field trip in a natural environment. Journal of Research in Science Teaching, Vol. 31 (10), 1097-1119, 1994

Overwien, Bernd: Informelles Lernen, eine Herausforderung an die internationale Bildungsforschung. In: Der Vorstand der Arbeitsgemeinschaft Berufliche Bildung e.V. (Hg.): Erfahrungslernen in der Beruflichen Bildung - Beiträge zu einem kontroversen Konzept. Kieser Verlag GmbH, Neusäß, 1999

Phänomena Satzung:

<http://www.phaenomena.com/flensburg/dansk/phaenomena/publikationen/satzung.pdf>

Pohl, Christoph: Die Bedeutung außerschulischer Lernorte für den Biologieunterricht. Eine Befragung und Untersuchung zur Einstellung der Biologielehrerinnen und Biologielehrer der verschiedenen Schulformen der Sekundarstufen I und II. Schöningh Verlag, Münster, 2008

Poltermann, Andreas: Wissensgesellschaft – eine Idee im Realitätscheck. In:

<http://www.bpb.de/gesellschaft/bildung/zukunft-bildung/146199/wissensgesellschaft>
(21.12.2018)

Presse- und Informationsamt der Bundesregierung: Ratgeber Bildung. Berlin, 2010

Priboschek, Andrej: Dinos in den Unterricht! In: Grundschule. Westermann, Heft Nr. 4, Mai 2016

Quaiser-Pohl, Claudia & Endepohls-Ulpe, Martina (Hrsg.): Bildungsprozesse im MINT-Bereich. Interesse, Partizipation und Leistungen von Mädchen und Jungen. Waxmann Verlag GmbH, Münster, 2010

Quedenbaum, Martin: MAGIX Video deluxe 17 HD. Markt+Technik Verlag, München, 2011

Reinhardt, Ulrich: Edutainment. Bildung macht Spaß. LIT Verlag, Münster, 2007

Reinhardt, Ulrich: Zum Verhältnis von Bildung und Unterhaltung. Institutuntersuchung am Beispiel von Science Centern. In: Spektrum Freizeit 28, 2005

Reinmann-Rothmeier, Gabi & Mandl, Heinz: Wissen. In: <https://www.spektrum.de/lexikon/psychologie/wissen/16892> (4.1.2019) (Copyright 2000 Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg)

Reiss, Kristina & Sälzer, Christine & Schiepe-Tiska, Anja & Klieme, Eckhard & Köller, Olaf (Hrsg.): Pisa 2015: Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation. Zusammenfassung. Münster, Waxmann, 2016

Rieckmann, Carola: Mit Bücherkisten, Tandems und Stoppuhren. Leseförderung für Jungen und andere Nicht-Leser. In: Jungen. Schüler. Wissen für Lehrer, Erhard Friedrich Verlag in Zusammenarbeit mit Klett, Seelze, 2007

Rohen, Corina: Interessen als Ausgangspunkt für Sachunterricht im Anfangsunterricht. GDSU-Journal, Juli 2017, Heft 6 In: http://www.gdsu.de/gdsu/wp-content/uploads/2017/07/6_6_Rohen.pdf (18.7.2019)

Rönnebeck, Silke / Schöps, Katrin / Prenzel, Manfred / Mildner, Dorothea / Hochweber, Jan: Naturwissenschaftliche Kompetenz von PISA 2006 bis PISA 2009. In: Klieme, Eckhard & Artelt, Cordula & Hartig, Johannes & Jude, Nina, Köller, Olaf & Prenzel, Manfred & Schneider, Wolfgang & Stanat, Petra: PISA 2009. Bilanz nach einem Jahrzehnt. Waxmann Verlag GmbH, Münster, 2010

Salzmann, Christian: Regionales Lernen an Lernstandorten. In: Grundschule, 1989, Heft 3, Heft 5

Sambras, Hans Hinrich: Atlas der Nutztierassen. 250 Rassen in Wort und Bild. Eugen Ulmer GmbH, 6. Auflage, Stuttgart (Hohenheim), 1986

Sandhaas, Bernd: Bildungsformen. In: Haller, Hans-Dieter / Meyer, Hilbert (Hg). Unter Mitarbeit von Thomas Hanisch: Ziele und Inhalte der Erziehung und des Unterrichts. Enzyklopädie Erziehungswissenschaft, 3, Stuttgart, Klett-Cotta, 1995

Sauerborn, Petra / Brühne, Thomas: Didaktik des außerschulischen Lernens. Schneider Verlag Hohengehren, 4. unveränderte Auflage, Baltmannsweiler, 2012

Schaper-Rinkel, Petra & Giesecke, Susanne & Bieber, Daniel: Science Center. Studie im Auftrag des BMBF, VDI/VDE-Technologiezentrum Informationstechnik GmbH, zweite durchgesehene Fassung, Teltow, 2002

Schaub, Horst / Zenke, Karl G.: Wörterbuch Pädagogik. Deutscher Taschenbuch Verlag, 6. Auflage, München, 2004

Schels, Ignatz: Excel 2007. Sehen und Können. Markt+Technik Verlag, München, 2007

Schlichting, H. J.: Science Center – Naturwissenschaft als Erlebnis. In: Praxis der Naturwissenschaften. Physik in der Schule, Aulis Verlag Deubner, Köln / Leipzig, Heft 4/58, 2009

Schilke, Karl: Lernvoraussetzungen von Kindern zum Thema Dinosaurier. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften; Jg. 5; Heft 2, 1999

Schließmann, Fritz: Informelles Lernen an interaktiven Chemie-Stationen im Science Center. Shaker Verlag, Aachen, 2005

Schließmann, Fritz: Wie arbeiten Vorschulkinder an interaktiven Experimentier-Stationen? Eine kategoriegeleitete Untersuchung der Verhaltensweisen an der Station „Begehbare Brücke“. Begleitstudie zur Evaluation des Projektes „Versuch macht klug – Vorschulische Begegnungen mit Naturwissenschaft und Technik“ der Vereinigung Hamburger Kindertagesstätten gGmbH. In: <http://archiv.ub.uni-heidelberg.de/volltextserver/6796/1/BerichtKita.pdf> (22.10.2018)

Schlütter, Jana: Und noch ´n Versuch. In: DIE ZEIT. Nr. 48, 2005

Schrand, H.: Erdkunde vor Ort als didaktisches Prinzip. Geographie heute, H. 104, 13,2-5, 1992

Schreiber, Pia: Die Wissenschaftskommunikation in Kinderuniversitäten und ihre Nachhaltigkeit. Lit Verlag, Berlin, 2016

Schröder, Hartwig: Lernen – Lehren – Unterricht: lernpsychologische und didaktische Grundlagen. Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, 2. Durchgesehene Auflage, München, 2002

Schulze Heuling, Lydia: Inklusive Bildungsräume in Science Centern. Eine multiperspektivische Bestandaufnahme. In: Didaktik der Physik, Frühjahrstagung, Hannover, 2016. In: <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/viewFile/709/893> (12..2019)

Seibring, Anne: Wissen (Editorial). In: <http://www.bpb.de/apuz/158650/editorial> (4.1.2019)

Skiera, Ehrenhard: Reformpädagogik in Geschichte und Gegenwart: eine kritische Einführung. München 2003

Solcher, Jutta: Erdgeschichte in der Grundschule? Neue Themen und Wege für den Sachunterricht. Universität Hamburg, 2008

Sommer, Sven: Interessengeneese durch Interaktion. Das Interventionsprojekt Miniphänomenta in quasiexperimenteller Langzeitevaluation. Flensburg, 2010

Spiewak, Martin: Ich bin super wichtig! In: <https://www.zeit.de/2013/02/Paedagogik-John-Hattie-Visible-Learning> (18.8.2019)

Spörhase-Eichmann, Ulrike & Ruppert, Wolfgang (Hrsg.): Biologie Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II. Cornelsen Scriptor, 8. Auflage, 2004

Stanat, P / u.a.: PISA 2000: Die Studie im Überblick. Grundlagen, Methoden und Ergebnisse. Max-Planck-Institut für Bildungsforschung. Berlin. 2002

Stehr, Nico: Arbeit, Eigentum und Wissen. Zur Theorie von Wissensgesellschaften. Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main, 1994

Stehr, Nico: Moderne Wissensgesellschaften. Aus Politik und Zeitgeschichte 36/2001. In: <http://www.bpb.de/apuz/26052/moderne-wissensgesellschaften>

Stenzel, Angela: Die Dinosaurier. In: Unterricht Biologie. Zeitschrift für alle Schulstufen. Biologie im Museum. Heft 24/25, August/September 1978

Steinkamp, M.W. / Maehr, M. L.: Gender differences in motivational orientations toward achievement in school science: A quantitative synthesis. American Educational Research Journal, 21(1), 39-59, 1984

Sturm, Sven: Altersabhängige Verhaltensunterschiede beim Experimentieren. Eine videografische Analyse vom Kindergartenkind bis zum Zehntklässler an physikalischen Experimentierstationen, Universität Flensburg, 2014

Stüve, Birte: Kriterien von Science Center und Technikmuseum – eine Diskussion ihrer Unterschiede und Gemeinsamkeiten an Beispielen aus dem Deutschen Museum. In:

Mitteilungen und Berichte aus dem Institut für Museumskunde. Science Center, Technikmuseen, Öffentlichkeit. Workshop >>Public Understanding of Science<< II. 3. Symposion >>Museumspädagogik in technischen Museen<<. Nr. 26, Berlin, 2003

Thimm, Katja: „Guten Morgen, liebe Zahlen“. In: <https://magazin.spiegel.de/EpubDelivery/spiegel/pdf/23011324>

Träbert, Detlef: Was tun? So lernt mein Kind ganz konzentriert. Das Schritt-für-Schritt-Erfolgsprogramm. AOL Verlag Lichtenau, 2. Auflage, 2007

Unterstell, Rembert: Science Center: Wissen als Erlebnis - Essay, 2013. In: <http://www.bpb.de/apuz/158662/science-center-wissen-als-erlebnis?p=all>

Verne, Jules: Reise zum Mittelpunkt der Erde. Anaconda Verlag GmbH, Köln, 2012 (Originalausgabe 1864)

Walschburger, Peter. In: Schnabel, Susanne: Dinomania: Die Leidenschaft für ausgestorbene Riesenechsen. In: <https://www1.wdr.de/wissen/natur/dinosaurier-110.html> (15.3.2019)

Waltner, Christine & Wiesner, Hartmut.: Physiklernen im Deutschen Museum – eine explorative Studie. In: Höttecke, Dietmar (Hg.): Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Lit Verlag, Berlin, 2007

Weinburgh, M.: Gender differences in student attitudes toward science: A meta-analysis of the literature from 1970 to 1991. Journal of Research in Science Teaching, 32(4), 387-398, 1995

Weitze, Marc-Denis: Science Center – besser als ihr Ruf. In: Wohin führt der Weg der Technikhistorischen Museen? Herausgegeben von: Feldkamp, Jörg in Zusammenarbeit mit der Fachgruppe der Technikhistorischen Museen im Deutschen Museumsbund e.V., Chemnitz, 2002

Wiater, Werner: Wissensmanagement. Eine Einführung für Pädagogen. VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWVFachverlag GmbH, Wiesbaden, 2007

Willmann, Urs: Spannung bis zum Abwinken. In: Deutschland boomen Science Center. Anderswo schließen sie. Die große Pleite droht, 2001 In: Zeit Online. http://www.zeit.de/2001/13/Spannung_bis_zum_Abwinken

Winter, Ekkehard: Von der Kommunikation über Wissenschaft zur wissenschaftlichen Bildung. In: Dernbach, Beatrice / Kleinert, Christian / Münder, Herbert (Hrsg.): Handbuch Wissenschaftskommunikation. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2012

Wolf, Robert: A naturalistic view of evaluation. In: Museum News. Vol. 58, 1980, Nr. 1

Wössmann, Ludger: Letzte Chance für gute Schulen. Die 12 großen Irrtümer und was wir wirklich ändern müssen. ZS Verlag Zabert Sandmann GmbH, 1. Auflage, 2007

Wulf, Marco: Nutzung von interaktiven Experimentierstationen in Science Centern. Eine kategoriengeleitete Analyse des Experimentierverhaltens von Besuchern der Phänomenta Flensburg, 2015. In: <https://www.zhb-flensburg.de/fileadmin/content/spezial-einrichtungen/zhb/dokumente/dissertationen/wulf/dissertation-marco-wulf-komplett.pdf>

Ziemek, Hans-Peter, In: Kronenberg, Georg: Rückblick in die Zukunft. In: Express Online. 26. Jg., 30.4. – 6.5.10, 17/10. Marbuch-Verlag GmbH, 2010 (Interview mit Professor Hans-Peter Ziemek, Biologiedidaktik-Professor, Universität Gießen) In: <https://www.marbuch-verlag.de/archiv.asp?jahr=2010&woche=17&type=100>)

13 Abbildungsverzeichnis

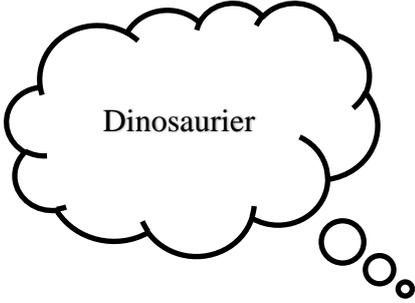
Nr.	Abbildung	Seite
1	Übersicht – Museen / Sammlungen / Freizeit- und Erlebnisparks zum Thema Dinosaurier	20
2	Interessen / Kinder – Medien – Studie 2018 (überarbeitet durch Steuer, 2020)	22
3	Emotionale Betroffenheit durch Dinosaurier (Schilke, 1999)	26
4	Lernorte, nach Bade (2010), in Bezug auf Overwien (1999) und Sandhaas (1995)	45
5	Hierarchie analytischer Ebenen von gesellschaftlichen Lernorten (aus: Keck und Sandfuchs, 1979)	46
6	Pro und Contra außerschulischer Lernorte	50
7	Merkmale – informelles Lernen, nach Bade (2010)	59
8	Lernorte im Spannungsfeld: Lernen, Erlebnis, Konsum (Groß, 2007)	60
9	Erinnerungsfähigkeit nach Lück (2003)	67
10	Übersicht: Besucherverhalten (Wulf, 2015)	68
11	Nutzung von Erklärungen (nach Bade, 2010)	75
12	Befragung in der Phänomenta – Erklärungen an den Exponaten (Steuer, 2019)	76
13	Erinnerungsrate / Informationsaufnahme	81
14	Erinnerungsfähigkeit, Förster (2004)	81
15	Erinnerungsfähigkeit (II), Förster (2004)	82
16	Erinnerungsfähigkeit (III), Förster (2004)	82
17	Erinnerungsfähigkeit (IV), Förster (2004)	82
18	Erinnerungsfähigkeit (V), Förster (2004)	83
19	Aufbau der Untersuchung	92
20	Position der Ausstellungsobjekte / erste Ebene	95
21	Position der Ausstellungsobjekte / zweite Ebene	96
22	Beispielexponat: Beine als Pendel	97
23	Schemazeichnung zum Exponat „Beine als Pendel“	99
24	Schemazeichnung zum Exponat „Gewaltige Masse“	99
25	Übersicht zu verschiedenen Gewichten (gemessen in g)	100
26	Übersicht zu den Ausgleichsgewichten beim Exponat	101
27	Übersicht zu den Ausgleichsgewichten gemessen an realen Gewichten	102
28	Schemazeichnung zum Exponat „Stabiler Stand“ (Seitenansicht)	103
29	Schemazeichnung zum Exponat „Stabiler Stand“ (Vorderansicht)	103
30	Schemazeichnung zum Exponat „Das Tragesystem des Rumpfes“ (Seitenansicht)	104
31	Schemazeichnung zum Exponat „Viel Kraft im Hals“ (Seitenansicht)	105
32	Exponatklassifizierung nach Fiesser (1990), Wulf (2015) und Steuer (2019)	107
33	Exponatklassifizierung nach Wulf (2015) und Steuer (2019)	109

34	Kameraposition in der ersten Ausstellungsebene	110
35	Kameraposition in der zweiten Ausstellungsebene	111
36	Ablauf der Videoanalyse	112
37	Datenübersicht zur Einzelbeobachtung und Kurzzeitbefragung	114
38	Datensatzbeschreibung	114
39	Übersicht zum Ausgangsdatensatz	115
40	Unterteilung des Ausgangsdatensatzes nach Klassen mit und ohne Filmaufnahmen	115
41	Ansatz zur Lernintensität nach Barriault (1999)	117
42	Erweiterung: „Tiefe des Lernens“ und Lernverhalten (Schließmann, 2005)	118
43	Kategoriesystem der ersten Generation	120
44	Ergebnisse des ersten Pretests zur Überprüfung des Kategoriesystems	121
45	Ergebnisse des zweiten Pretests zur Überprüfung des Kategoriesystems	123
46	Ergebnisse des dritten Pretests zur Überprüfung des Kategoriesystems	124
47	Kategoriesystem zur Ermittlung der Interaktionsintensität (Wulf 2015, Steuer 2019)	126
48	Pretest des Kategoriesystems in der Sonderausstellung (Wulf 2015 / Steuer 2019)	127
49	Ergebnisse zum Bereich Morphologie – Stenzel (1978)	129
50	Ergebnisse zum Bereich Ökologie und Ethologie – Stenzel (1978)	129
51	Assoziationskategorien / Ausgangskategorien	130
52	Assoziationskategorien (1. Vortest)	132
53	Assoziationskategorien (2. Vortest)	133
54	Assoziationskategorien (nach dem 2. Vortest)	134
55	Assoziationskategorien / Endfassung	136
56	Übersicht zur Erstellung eines Beobachtungsfilms	138
57	Ergebnis der Vorbefragung (Primarstufe) – absoluter Anteil	140
58	Ergebnis der Vorbefragung / % Anteil (Primarstufe)	141
59	Ergebnis der Nachbefragung (Primarstufe) – absoluter Anteil	142
60	Ergebnis der Nachbefragung / % Anteil (Primarstufe)	143
61	Ergebnis der Vorbefragung (Sekundarstufe I) – absoluter Anteil	144
62	Ergebnis der Vorbefragung / % Anteil (Sekundarstufe I)	145
63	Ergebnis der Nachbefragung (Sekundarstufe I) – absoluter Anteil	146
64	Ergebnis der Nachbefragung / % Anteil (Sekundarstufe I)	147
65	Zunahmen und Abnahmen pro Kategorie (Primarstufe) – absoluter Anteil	149
66	Zunahmen pro Kategorie / % Anteil (Primarstufe)	150
67	Abnahmen pro Kategorie / % Anteil (Primarstufe)	151
68	Zunahmen und Abnahmen pro Kategorie (Sekundarstufe I) – absoluter Anteil	152
69	Zunahmen pro Kategorie / % Anteil (Sekundarstufe I)	153
70	Abnahmen pro Kategorie / % Anteil (Sekundarstufe I)	154
71	Ausstellungsbezug von Mädchen und Jungen – absoluter Anteil	156

72	Ausstellungsbezug von Mädchen und Jungen / % Anteil	157
73	Beschilderung – Mädchen / absolute Häufigkeit	160
74	Beschilderung – Mädchen / % Anteil	160
75	Beschilderung – Jungen / absolute Häufigkeit	162
76	Beschilderung – Jungen / % Anteil	162
77	Exponatnutzung pro Besuch / absolute Häufigkeit	164
78	Exponatnutzung pro Besuch / % Anteil	165
79	Erstbesuche – Kategorieverteilung pro Exponat / absolute Häufigkeit	167
80	Erstbesuche – Kategorieverteilung pro Exponat / % Anteil	167
81	Zweitbesuche – Kategorieverteilung pro Exponat / absolute Häufigkeit	169
82	Zweitbesuche – Kategorieverteilung pro Exponat / % Anteil	169
83	Drittbesuche – Kategorieverteilung pro Exponat / absolute Häufigkeit	171
84	Drittbesuche – Kategorieverteilung pro Exponat / % Anteil	171
85	Viertbesuche – Kategorieverteilung pro Exponat / absolute Häufigkeit	173
86	Viertbesuche – Kategorieverteilung pro Exponat / % Anteil	173
87	Exponatnutzung / absolute Häufigkeit	175
88	Exponatnutzung / % Anteil	176
89	Beschäftigungsintensität pro Besuch / absolute Häufigkeit	177
90	Beschäftigungsintensität pro Besuch / % Anteil	178
91	prozentuale Verteilung der Beschäftigungskategorien je Besuch	179
92	Ausstellungsbezug – absolute Häufigkeit	180
93	Ausstellungsbezug / % Anteil	181
94	Ergebnis der Kurzzeitbefragung / absolute Häufigkeit	183
95	Ergebnis der Kurzzeitbefragung / % Anteil	184
96	Ergebnis zu den Ausstellungsbezügen / absolute Häufigkeit	185
97	Ergebnis zu den Ausstellungsbezügen / % Anteil	186
98	Beobachtete Verhaltensweisen / Experimentiertypen	189

a) Mindmap-Vorlage (verkleinerte Ansicht)

Namenskürzel				Datum	
weiblich		männlich		Datum	


Dinosaurier

b) Poster (Stenzel, 1978)



c) Medienrecherche zur Aufstellung der Assoziationskategorien

Jäckel, Karin & Schellenberger, Hans G.: 1000 Rätsel der Urzeit. Loewe Verlag GmbH, 2001

Lambert, David: Dinosaurier. In: Memo Wissen entdecken. Dorling Kindersley Verlag GmbH, München, 2011

Llewellyn, Claire & Sheppard, Kate: Frag Prof. Schlauvogel. Dinosaurier. Franckh Kosmos Verlag, 2009

Lukeneder, Alexander & Gridling, Helga: Akte Dinosaurier. Den Riesenechsen auf der Spur. Seifert Verlag GmbH, Wien, 2007

Lunkenbein, Marilis & Orlandi, Lorenzo: Frag mich was. Dinosaurier. Loewe, Bindlach, 2008

Norman, David / Miner, Angela: Sehen, Staunen, Wissen: Dinosaurier – Aufstieg und Niedergang einer faszinierenden Tiergruppe – Artenreichtum, Entwicklung, Lebensweise. Gerstenberg / Dorling Kindersley, 1994

Oppermann, Joachim: Dinosaurier. In: WAS IST WAS. Dinosaurier. Tessloff Verlag, Nürnberg, 1993

Paletti: Dinosaurier. Modelle zum Basteln und Spielen. Karl Müller Verlag. Igloo Books, 2008

Weinhold, Angela: Wir erforschen die Dinosaurier. Wieso. Weshalb. Warum. Ravensburger Buchverlag Otto Maier GmbH, Würenlos, 2011

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen (einschließlich elektronischer Quellen, dem Internet und mündlicher Kommunikation) direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind ausnahmslos unter genauer Quellenangabe als solche kenntlich gemacht. Insbesondere habe ich nicht die Hilfe sogenannter Promotionsberaterinnen / Promotionsberater in Anspruch genommen. Zur Datengewinnung wurde in Teilen gemeinsames Video-Rohmaterial meines Mitpromoventen Marco Wulf verwendet.

Dritte haben von mir weder unmittelbar noch mittelbar Geld oder geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen. Die Arbeit wurde bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Grünenplan, den 14.10.2019