

# **Nutzung von interaktiven Experimentierstationen in Science Centern**

Eine kategoriengeleitete Analyse des Experimentierverhaltens von  
Besuchern der Phänomenta Flensburg

Dissertation zur Erlangung des Grades eines  
Doktors der Philosophie (Dr. phil.)

Vorgelegt von

**Marco Günter Wulf**

geboren am 05.01.1972 in Flensburg

erster Gutachter: Prof. Dr. Andreas Christian  
zweite Gutachterin: Prof. Dr. Beate Blaseio

eingereicht am 20. April 2015

## Danksagung

Ganz herzlich bedanke ich mich bei den vielen Besuchern der Phänomenta Flensburg. Ohne deren Mitwirken wäre diese Untersuchung in der vorliegenden Form nicht möglich gewesen. Ferner möchte ich mich bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Phänomenta Flensburg bedanken. Hierbei gilt mein besonderer Dank Gerhard Blum, Wolfgang Muth und Achim Englert. Sie verstanden es immer wieder kleinere oder auch größere Hindernisse aus dem Weg zu räumen und standen mir jederzeit mit Rat und Tat zu Seite - Danke!

Weiterhin bedanke ich mich bei meinen Kolleginnen und Kollegen der Abteilung für Biologie und ihre Didaktik der Universität Flensburg. Meinem Kollegen Thorsten Steuer gebührt dabei ein besonderer Dank für die gute und intensive Zusammenarbeit sowie für die vielen anregenden und unterhaltsamen Diskussionen. Die große Menge an Filmaufnahmen wäre ohne sein unermüdliches Engagement und seine Schaffenskraft nie in diesem Umfang entstanden.

Ein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Prof. Andreas Christian für die Begleitung dieser Arbeit. In allen Phasen stand er mir immer mit vielen konstruktiven und hilfreichen Anregungen und, wenn nötig, mit motivierenden Worten zur Seite. Ganz herzlich möchte ich mich auch bei meiner Zweitgutachterin Frau Prof. Beate Blaseio bedanken.

Ein ganz herzlicher Dank geht an meine Mutter Christine Frevel für ihre Geduld beim Lektorat dieser Arbeit sowie für ihre vielen aufbauenden Worte. Dank auch an meine Tante Gisela Sebelin, die insbesondere in den unruhigen Zeiten nie mit aufmunternden Worten gezeigt hat. Meiner Familie danke ich in ganz besonderer Form. Sie erst ermöglichte es mir durch ihr vielfältiges Zurückstecken von eigenen Interessen und Vorhaben über einen langen Zeitraum hinweg diese Arbeit zum Abschluss zu bringen. Daher haben sie einen ganz wesentlichen Anteil am Gelingen dieser Arbeit.

Liebe Sabine, liebe Jasmin, liebe Ann-Christin - Danke!

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	3
2. Außerschulische Lernorte – Orte des informellen Lernens.....	13
2.1. Außerschulische Lernorte.....	13
2.1.1. Informelles Lernen vs. formelles Lernen.....	19
2.1.2. Lernen an außerschulischen Lernorten.....	22
2.2. Science Center.....	23
2.2.1. Geschichte der Science Center.....	26
2.2.2. Science Center in Deutschland.....	30
2.3. Die Phänomenta Flensburg.....	34
2.3.1. Pädagogisches Konzept / Anliegen.....	36
3. Methoden.....	39
3.1. Datenbefragungsstation.....	42
3.2. Tracking.....	47
3.2.1. Wegenetzanalyse.....	48
3.2.2. Raumnutzungsanalyse.....	49
3.2.3. Analyse von Raum / Zeit / Interaktionsdauer.....	49
3.2.4. Hots & Colds.....	50
3.3. Kategorisierung.....	51
3.3.1. Kategoriensystem nach Chantal Barriault.....	51
3.3.2. Kategoriensystem nach Schließmann / Öhding.....	54
3.3.3. Kategoriensystem nach Steuer und Wulf.....	56
3.4. Videoanalyse.....	64
3.5. Auswahl der interaktiven Experimentierstationen.....	67
3.6. Definition der Beobachtungsparameter.....	72
3.7. Verwendete Software.....	72
3.7.1. Videograph.....	73
3.7.2. Microsoft Excel.....	73
3.7.3. IBM SPSS Statistics 19.....	74
3.7.4. eQuestionnaire.....	74
3.7.5. DatenInspektor.....	75
3.7.6. Magix VideoPro X3.....	76
3.8. Statistische Verfahren.....	77

4. Ergebnisse.....	78
4.1. Datenbefragungsstation.....	78
4.1.1. Herkunft der Phänomentabesucher.....	80
4.1.2. personenbezogene Daten .....	82
4.1.3. Grunddaten zum Phänomentabesuch.....	96
4.1.4. Beurteilung der Einrichtung / des Besuchs.....	102
4.1.5. Zusammenfassung der Ergebnisse.....	107
4.2. Basisuntersuchung.....	109
4.2.1. Wegenetzanalyse in der Phänomenta Flensburg.....	111
4.2.2. Raumnutzungsanalyse / Tracking.....	119
4.2.3. Selektive Wahl von Exponaten / Klebeeffekte.....	140
4.2.4. Hots and Colds der Phänomenta Flensburg.....	142
4.2.5. Analyse der Besucherinteraktion an den Exponaten.....	145
4.2.6. Zusammenfassung der Ergebnisse.....	154
4.3. Videoanalyse.....	157
4.3.1. Einzelbeobachtungen am Exponat „Viel Kraft im Hals [1909]“..	158
4.3.2. Einzelbeobachtungen am Exponat „Beine als Pendel [1902]“...	162
4.3.3. Einzelbeobachtungen am Exponat „Gewaltige Masse [1903]“..	166
4.3.4. Gruppenbeobachtungen am Exponat „Viel Kraft im Hals“.....	170
4.3.5. Gruppenbeobachtungen am Exponat „Beine als Pendel“.....	175
4.3.6. Gruppenbeobachtungen am Exponat „Gewaltige Masse“.....	180
4.3.7. Zusammenfassung zur Verweildauer und Beschäftigung.....	184
5. Diskussion.....	189
6. Fazit und Ausblick.....	202
7. Literaturverzeichnis.....	206
8. Abbildungsverzeichnis.....	214
9. Tabellenverzeichnis.....	222
10. Anhang.....	227

## 1. Einleitung

*„Nichts dringt bis zu unserem Verstande vor, was nicht zuvor von unseren Sinnen wahrgenommen worden ist.“ (John Locke, 1632-1704)*

Naturwissenschaftliche Bildung in der Schule und im Elementarbereich gewinnt in der heutigen Zeit immer mehr an Bedeutung. Während heutzutage jedoch vielerorts Vorbehalte und Skepsis gegenüber der frühen Heranführung an die Phänomene der unbelebten Natur bestehen, gehörte die Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Phänomenen in früheren Zeiten zum selbstverständlichen Bildungskanon – auch und gerade von jüngeren Kindern. Im 18. und 19. Jahrhundert erlebten die Naturwissenschaften eine bis dahin nie zuvor gekannte Hochzeit, die viele bis in die heutige Zeit wichtige neue Entdeckungen wie etwa die Erfindung des elektrischen Lichts oder der künstlichen Düngemittel hervorbrachte. So entwickelte sich beispielsweise im viktorianischen England eine Art Naturwissenschaftseuphorie. Das Interesse an den Naturwissenschaften war so stark verbreitet, dass viele Haushalte ihre eigenen kleinen Labore einrichteten, um von den neuen Entdeckungen teilzuhaben. Eine weitere Welle der Naturwissenschaftseuphorie erreichte die Bildungssysteme in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts (vgl. Lück, 2003).

Nach dem so genannten „Sputnikschock“ als Folge der ersten Weltraumerkundungen durch die Sowjets wurden Mängel an naturwissenschaftlichen Kenntnissen aufgedeckt. Dies hatte weitreichende Folgen für die Bildungslandschaft. Getrieben von dem Gedanken, gegenüber dem Klassenfeind in naturwissenschaftlicher Kompetenz unterlegen zu sein, wurden in den siebziger Jahren die Unterrichtspläne der Naturwissenschaften überarbeitet und neu formuliert. Gerade auch jungen Kindern wurde das Lernen von Chemie und Physik auferlegt. Im Gegensatz zur ersten Welle strebte man mit den neuen Lehrplänen ein Extrem an, das an den Interessen und kognitiven Möglichkeiten der Kinder vorbei ging. Desinteresse und Ressentiments gegenüber den Naturwissenschaften waren die Folge (vgl. Lück, 2003). Lück (2003) führt hierzu an: „Durch Mathematisierung der Naturphänomene und unnötigen Formel drill wurde das aufkeimende kindliche Naturinteresse schon bald nachhaltig erstickt. [...] Späte Einführung der Naturwissenschaften und resolute Herausnehmen aller naturwissenschaftlicher Inhalte aus den Lehrplänen der Fachschulen für Sozialpädagogik waren die Folgen.“

Wachgerüttelt durch internationale Vergleichsstudien wird seitens der Frühpädagogik allmählich wieder wahrgenommen, dass Kinder schon im Vorschulalter mit großem Interesse Vorgänge in ihrer Umgebung verfolgen und Zusammenhänge ergründen. Bildungspolitische Versäumnisse und Fehlentscheidungen der Vergangenheit zeigen immer deutlicher ihre Wirkung. Gerade in Hinblick auf die für uns im Hochtechnologieland Deutschland wichtigen MINT<sup>1</sup>-Berufe rückt die immer knapper werdende Ressource Mensch in Bezug auf den drohenden Fachkräftemangel zunehmend in den Fokus der Betrachtung. Vielerorts werden Anstrengungen unternommen, Vorurteile und Einstellungen zu den MINT-Berufen und ihrer mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Basis positiv zu beeinflussen. So kann es nicht mehr allein die Aufgabe der Schulen bleiben, naturwissenschaftlich-technisch hoch qualifizierten Nachwuchs heranzuziehen (vgl. **HOFFMANN 2010**).

Dass hier akuter Handlungsbedarf besteht, zeigen u. a. die Ergebnisse der TIMSS<sup>2</sup>- und PISA<sup>3</sup>-Studie. Ergebnisreflektiert kann konstatiert werden, dass deutsche Schüler<sup>4</sup> der Sekundarstufe I nur ein unzulängliches Wissen in den Bereichen der Mathematik und der Naturwissenschaften vorweisen können (vgl. **LÜCK 2003, KONHÄUSER 2004, BAUMERT 1997, FERDINAND 2007**). Die Ergebnisse der TIMSS-Studie zeigen allerdings, dass es erkennbare Leistungsunterschiede zwischen den Schülern in der Primarstufe und denen der Sekundarstufe I gibt. Im Gegensatz zu den leistungsstärkeren Schülern der Primarstufe zeigen deutsche Schüler in der Sekundarstufe I im internationalen Vergleich in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern ein defizitäres Wissen. Nach Schließmann (2006) fehlt den deutschen Schülern die Grundvoraussetzung für den Transfer und die schöpferische Anwendung von Wissen. List (1998) stellt fest: „Die Wissensdifferenzen deutscher Schüler zur leistungsfähigsten Gruppe, die hauptsächlich aus asiatischen und osteuropäischen Ländern besteht, entspricht dem Leistungsfortschritt von mehr als einem Schuljahr. [...] Der Anteil derjenigen Schüler, die mit ihren mathematischen und naturwissenschaftlichen

---

<sup>1</sup> MINT steht für die Fachgebiete Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik

<sup>2</sup> TIMSS: Third International Mathematics and Science Study. Die TIMSS-Studie wurde erstmal im Jahr 1997 veröffentlicht. In der Studie wurden Siebt- und Achtklässler in Mathematik und Naturwissenschaften getestet. Im Folgetest TIMSS-R 2007 wurden erstmalig in Deutschland die Grundschüler getestet.

<sup>3</sup> PISA: Programme for International Student Assessment. Die PISA-Studie ist die internationale Schulleistungstudie der OECD. Sie untersucht, inwieweit Schülerinnen und Schüler gegen Ende ihrer Pflichtschulzeit die Kenntnisse und Fähigkeiten für eine volle Teilhabe an der Wissensgesellschaft erworben haben.

<sup>4</sup> In dieser Arbeit wird aus Gründen der Übersichtlichkeit ausschließlich die männliche Genusform benutzt. Es sind aber immer wertungsfrei beide Geschlechter gemeint, wenn von Schülern, Besuchern usw. geschrieben wird.

Kenntnissen über ein erweitertes Grundschulniveau nicht hinauskommt, ist mit 20 Prozent im internationalen Vergleich relativ hoch“. Konhäuser (2004) sieht in ihrer Dissertation die Gründe hierfür häufig in den oftmals negativ behafteten Einstellungen zu den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern als Folge von Wissensdefiziten. Ihrer Auffassung nach können an dieser Stelle moderne Science Center mit ihrem pädagogischen Konzept erfolgreich ansetzen. Im Gegensatz zum wenig handlungsorientierten Lernen im Schulunterricht setzen die Science Center auf die bewusste Auseinandersetzung mit dem eigentlichen Phänomen und dem vornehmlich intrinsisch motivierten „learning - by - doing“. Sie bieten ihren Besuchern insbesondere durch ihren spielerischen motivierenden Ansatz hierbei einen neuen Zugang zu den kompliziert wirkenden Naturwissenschaften. Durch das entdeckende Lernen an den interaktiven Experimentierstationen können individuelle grundlegende Verständnisprobleme aufgedeckt und durch weiteres Experimentieren teilweise behoben werden (VGL. KONHÄUSER 2004). Schließmann (2005) stellt in diesem Zusammenhang die Frage: „Ist es ein Zufall, dass die Länder bei der PISA-Studie am besten abschnitten, die den Konzeptwechsel zum handlungsorientierten Unterricht mit der Integration der beiden Formen<sup>5</sup> des Lernens zu einem vernetzten Bildungssystem voranzutreiben suchen? In Deutschland war die Helene-Lange-Schule in Wiesbaden mit ihrem handlungsorientierten Konzept beste deutsche Schule im PISA-Test.“.

Als informelle Lernorte leisten Science Center einen entscheidenden Beitrag zu unserem pluralistischen Bildungssystem. Die Existenz von Science Centern gibt unserer freizeitorientierten Gesellschaft die Möglichkeit, sich außerhalb von formalen Lernorten auf freiwilliger Basis mit den Naturwissenschaften zu beschäftigen (VGL. KONHÄUSER 2004). Entsprechend empfiehlt die Kultusministerkonferenz vom 07.05.2009 im Rahmen der „Aktivitäten der Länder zur Stärkung der mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bildung“ den Schulen ausdrücklich den Besuch von Science Centern als wichtige außerschulische Orte des informellen Lernens (KMK EMPFEHLUNG 2009).<sup>6</sup>

Betrachtet man den aktuellen Stand der Forschung im Themenkreis der Besucherforschung, so fällt auf, dass im Gegensatz zu den Vereinigten Staaten im

---

<sup>5</sup> Informelles- und schulisches Lernen

<sup>6</sup> Empfehlung der Kultusministerkonferenz zur Stärkung der mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bildung vom 07.05.2009

deutschsprachigen Raum relativ wenig Fach- und Sachliteratur zum Besucherverhalten in Museen und Science Centern zu finden ist. Gerade valide Untersuchungen und Ergebnisse zum Besucherverhalten in Science Centern fehlen fast vollständig. Vorhandene Ergebnisse lassen sich, wenn überhaupt, nur schwerlich auf weitere Einrichtungen übertragen. Da es sich bei der Besucherforschung als einem Teilaspekt der Museumspädagogik stets um eine fokale Betrachtungsweise handelt, ist bei der Interpretation von Untersuchungsergebnissen davon auszugehen, dass die resultierenden Aussagen in einem sehr heterogenen Feld keinen generalisierten Charakter haben (NOSCHKA-ROOS 1994). Dies ist nachvollziehbar, da die jeweilige Besucherklientel einer Einrichtung nicht zwangsläufig der Besucherklientel einer anderen Einrichtung entsprechen muss und jedes Museum/Science Center sich in der Hauptsache auf sein konzeptionell definiertes „Zielpublikum“ ausrichtet, um am „Kultur-Markt“ bestehen zu können. Somit können sowohl die Besucher als auch die zu untersuchenden Einrichtungen nicht immer direkt miteinander verglichen werden, bzw. Rückschlüsse können nicht ohne Überprüfung als allgemeingültig angenommen werden.

Dennoch bilden in der Literatur vorliegende Ergebnisse und Erkenntnisse eine Basis, auf Grundlage derer sich weitere Überlegungen zur Identifizierung von Verhaltensmustern während eines Einrichtungsbesuchs anstellen lassen. So beschreibt beispielsweise Wolf (1980) in seiner Arbeit das Interessenniveau von Museumsbesuchern und identifiziert hierbei vier Varianten: den „Pendler“, der sich schnell und flüchtig durch die Ausstellung bewegt, den „Nomaden“, der sich ohne ein erkennbares Interesse durch die Ausstellung bewegt und wie zufällig durch einzelne Exponate aufhalten lässt, den „Cafeteria-Typ“, ein im Allgemeinen interessierter Besucher, der sich selektiv bestimmten Bereichen der Ausstellung zuwendet sowie als letzten Typen den „VIP (very interested person)“. Der VIP bewegt sich langsam und sorgfältig, aber auch kritisch durch die Ausstellung. Weiterhin stellt Wolf (1980) fest, dass interaktive Exponate mit einem hohen Grad an Eingriffs- und Handlungsmöglichkeiten durch die Besucher besonders intensiv genutzt werden. Außerdem kommt Wolf in seiner Untersuchung zu dem Ergebnis, dass jeder Besucher einige Texttafeln während des Besuchs liest, aber kein Besucher alle (vgl. WOLF 1980).

Borun und Miller (1980) hingegen fanden heraus, dass sich die Besucher in einer Ausstellung in erster Linie objektorientiert bewegen und die Lektüre von Texttafeln



hiervon abhängig ist. Den eigentlichen zeitlichen Ablauf eines Besuchs einer Ausstellung untersuchte Falk (1985) mit dem Ergebnis, dass ein generelles Muster des Besuchsverlaufs vier Phasen aufweist: Phase 1 zeichnet sich als „Orientierungsphase“ aus. In Phase 2 hingegen zeigen sich die Besucher für etwa 30 Minuten aufnahmebereit für Ausstellungsinhalte. Phase 3 beschreibt Falk mit „cruising through the hell“, d. h. die Besucher eilen durch die Ausstellung. Als letztes verfällt der Besucher in der vierten Phase in die „museum fatigue“ (VGL. FALK 1985). Der von Gilman (1916) geschaffene Begriff „museum fatigue“ wird von Klein und Bachmeyer (1981) als „Museumsmüdigkeit“ übersetzt. Sie entsteht durch eine während des Besuchs ansteigende körperliche Ermüdung und eine gleichzeitige nachlassende geistige Aufnahmebereitschaft.

Untersuchungen von Schließmann (2006) zeigen, dass das jeweilige Experimentierverhalten von Kindern und Jugendlichen in Ausstellungen von erwachsenen Begleitpersonen beeinflusst wird. Öhding (2009) kommt in ihrer Arbeit zu dem Ergebnis, dass es Hinweise auf geschlechtsspezifische Unterschiede im Nutzungs- und Lernverhalten beim Experimentieren an interaktiven Experimentierstationen von Jungen und Mädchen gibt. Neben Öhding (2009) und Schließmann (2006) gibt es in der Literatur zur Besucherforschung einige Hinweise auf Unterschiede im jeweiligen Besucherverhalten. Insbesondere unter Berücksichtigung der Gruppeninteraktion und Konstellation zeigen sich Unterscheidungsmerkmale (McMANUS 1989, DIAMOND 1986).

Einige der oben genannten Effekte lassen sich in Teilen mit eigenen Beobachtungen bei Besuchen von Science Centern wie der Phänomenta Flensburg, der Experimenta in Frankfurt oder des Universums in Bremen mit subjektiven Wahrnehmungen und Eindrücken in Einklang bringen. Allerdings sind subjektive Eindrücke in Bezug auf ihre Allgemeingültigkeit wenig zielführend. Somit bleibt die Frage, ob sich die Untersuchungsergebnisse von Museumsbesuchern auch auf Besucher von Science Centern als museale Sonderform übertragen lassen. Daher wird im Verlauf dieser Arbeit der Phänomentabesuch mittels objektiver Kriterien untersucht und bewertet.

Ziel dieser Arbeit ist es deshalb, durch explorative Beobachtungen das Verhalten von Besuchern der Phänomenta Flensburg zu analysieren und somit grundlegende Information über die Besucher selbst, ihre Einstellungen zu naturwissenschaftlichen Inhalten, als auch insbesondere über ihr Experimentierverhalten an den Hands-On-

Exponaten in den Ausstellungsräumen, zu gewinnen. Im Idealfall lassen sich hierbei auch Hinweise finden, die den organisatorischen Rahmen bei der Nutzung als außerschulischen Lernort durch Schulklassen betreffen. Hierdurch könnte unter Umständen der Besuch von den pädagogischen Begleitpersonen im positiven Sinne bewusst gesteuert und verbessert werden. Um ein möglichst umfassendes Bild der Besucher und des Verlaufes ihres Besuchs zu erhalten, wird durch verdeckte Beobachtungen und standardisierte Befragungen eine breite Masse von Daten erhoben, um anschließend zu überprüfen, ob sich aus deren Analyse allgemeingültige Verhaltensmuster oder Aussagen ableiten lassen. Diese Arbeit verortet sich ausdrücklich im Bereich der Grundlagenforschung, da die Literaturlage über das Besucherverhalten in Science Centern im Gegensatz zu den Untersuchungen in Museen sehr überschaubar ist. Es stellt sich in diesem Zusammenhang allerdings die berechnigte Frage, ob Erkenntnisse aus der Museumsforschung überhaupt auf Science Center mit ihren Hands-On-Exponaten übertragbar sind.

Einen guten Einstieg in die Analyse des Experimentierverhaltens an Hands-On-Exponaten geben die Arbeiten von Schließmann (2006) und Öhding (2009). Beide befassten sich bei ihren Untersuchungen mit einer geringen Anzahl an ausgesuchten Experimentierstationen. Eigene Langzeitbeobachtungen innerhalb der Phänomenta Flensburg lassen darüber hinaus vermuten, dass gerade der Gender-Aspekt eine wichtige Rolle beim interaktiven Experimentieren einnimmt.

Neben der Geschlechtsspezifität scheint der von Schließmann (2006) beschriebene Einfluss von Erwachsenen auf das Experimentierverhalten von Kindern und Jugendlichen vorhanden zu sein. Eigene Beobachtungen legen die Vermutung nahe, dass insbesondere bei jüngeren Kindern eine deutliche Beeinflussung durch erwachsene Begleitpersonen erkennbar ist. Eine weitergehende Untersuchung der Gruppenzusammensetzung beim Experimentieren erscheint hier anbracht. Von weiterem Interesse ist die Nutzungsdauer einer Ausstellung. Bei eigenen Beobachtungen von Besuchern der Phänomenta Flensburg ließen sich entgegen den Ausführungen von Falk (1985) keine deutlich erkennbaren Ermüdungserscheinungen feststellen. Hier stellt sich die Frage, ob sich der Begriff „museum fatigue“ in seiner von Falk (1985) beschriebenen Form auch auf Science Center mit ihren vielen Interaktionsmöglichkeiten übertragen lässt. Zum weiteren Erkenntnisgewinn soll in der vorliegenden Arbeit daher insbesondere die Nutzung durch männliche und weibliche

Einzelpersonen verschiedener Altersgruppen sowie durch Kleingruppen mit unterschiedlicher Geschlechtszusammensetzung analysiert werden. Zusätzlich werden Gemeinsamkeiten und spezifische Unterschiede im Kontext der Gender-Frage untersucht. Ergebnisse der durchgeführten Kompaktbeobachtungen innerhalb dieser explorativen Studie stellen für mögliche zukünftige Untersuchungen relevante Basisdaten dar. So lassen sich insbesondere durch die Kombination mit den Untersuchungen zur Besucherklientel der Phänomenta Flensburg weiterführende Fragestellungen entwickeln.

Zur Konkretisierung der aufgeworfenen Fragestellungen werden im Rahmen dieser Arbeit daher folgende Hypothesen aufgestellt und im weiteren Verlauf auf ihre Gültigkeit hin überprüft:

- 1. „Beim selbstgesteuerten Lernen an Hands-On-Exponaten in der Phänomenta bleibt die in der Literatur beschriebene „museum fatigue (Museumsmüdigkeit)“ zum Ende eines Ausstellungsbesuchs aus.“**
- 2. „Mädchen experimentieren ausdauernder und zielgerichteter an den Experimentierstationen als Jungen.“**
- 3. „Das Experimentieren in Gruppen wirkt sich positiv auf die Experimentiertätigkeit an den interaktiven Experimentierstationen aus.“**

Da sowohl Science Center in ihrer konzeptionell spezifischen Art und Beschaffenheit als auch die in ihnen interagierenden Besucher selbst keinesfalls als homogen betrachtet werden können, sind gewonnene Erkenntnisse kritisch zu hinterfragen und auf die Übertragbarkeit hinsichtlich anderer Einrichtungen zu überprüfen (NOSCHKA-ROOS, 1994). Um ein genaueres Bild von den Besuchern der Phänomente Flensburg zu erhalten, werden daher die Einstellungen der Besucher zu den Naturwissenschaften und zu ihrem Besuch der Phänomenta Flensburg im Rahmen einer computergesteuerten Befragungsstation erfasst und ausgewertet. Durch diverse Interviews und Vorabtests konnte hierfür eine interaktive rechnerbasierte Befragungsstation entwickelt werden, um evaluative Daten über die Besucher der Phänomenta zu erhalten. Mithilfe der gewonnenen Daten lässt sich die Besucherklientel der Phänomenta Flensburg in Teilen abbilden und dezidiert

beschreiben. Erst die genaue Beschreibung der Besucher hinsichtlich ihrer Einstellungen sowie ihrer Bildungsbibliografien schafft eine mögliche Vergleichbarkeit zu weiteren Studien bzw. Meta-Analysen im Themenkanon der Besucherforschung.

Ein weiterer wichtiger Punkt für die Untersuchungen liegt in der Bestimmung der Nutzungsintensität und den damit zu erwartenden Einstellungsveränderungen und dem Erkenntniszuwachs. Das u. a. von Öhding (2009) und Schließmann (2006) in leicht veränderter Form verwendete Kategoriensystem von Barriault (1999) wird für diese Aufgabe herangezogen. Eine Anpassung der Kategorien an die lokalen Gegebenheiten der Phänomenta erfolgte nach umfassenden Beobachtungen und Testläufen durch den Autor und Steuer (2015). Abschließende Tests und Überprüfungen durch Bachelor- und Masterarbeiten an der Universität Flensburg wiesen hierbei eine hohe Praxistauglichkeit für die Verwendung der angepassten Interaktionskategorien auf. Die Entwicklung sowie die Hintergründe zu dem in dieser Arbeit Verwendung findenden Kategoriensystem werden im Kapitel Methoden umfassend dargestellt.

Im Rahmen der Basisuntersuchungen wurden in der Phänomenta umfangreiche Beobachtungen durchgeführt, die es ermöglichen, die Einrichtung und ihre Nutzung durch die Besucher abzubilden. Hierzu wurden bei 97 Personen intensive Beobachtungen durchgeführt und ihr Verhalten dokumentiert und ausgewertet. Auf Basis der dabei gewonnenen Ergebnisse konnten neben den Verweilzeiten in den Räumen und an den jeweiligen Exponaten auch komplexe Wegenetzanalysen erstellt werden. Ferner wurden im Zuge der Untersuchungen die von den Besuchern als besonders attraktiv empfundenen Exponate sowie die weniger attraktiven Stationen identifiziert (Hots and Colds). Die dabei gewonnenen Ergebnisse wurden zur Bestimmung und Definition der Beobachtungsparameter für die qualitative erziehungswissenschaftliche Videografie genutzt.

Neben der direkten Verfolgung der Besucher während des Ausstellungsaufenthaltes, dem Tracking, wurden umfangreiche Videoaufnahmen von Besuchern durchgeführt. So dient die erziehungswissenschaftliche Videografie hierbei als Methode der Videoanalyse. Im Fokus steht insbesondere die jeweilige individuelle Auseinandersetzung an begründet gewählten interaktiven Experimentierstationen der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ in der Phänomenta Flensburg. Über 83 Stunden Videomaterial wurden gesichtet und das Besucherverhalten von

systematischen Beobachtungen anhand eines erprobten Kategoriensystems in Verbindung mit der qualitativen erziehungswissenschaftlichen Videografie (KIESERLING 1999, SCHMITT 2007) dokumentiert und ausgewertet.

Ein besonderer Fokus liegt auf der Unterteilung der Gesamtbeobachtungsmenge sowohl nach Geschlecht und Altersstruktur als auch nach Gruppen- und Einzelbesuchern. Anhand der angefertigten Beobachtungsprotokolle lassen sich somit vorhandene Gemeinsamkeiten und besonderes Individualverhalten aufzeigen. Dies ist insbesondere für die Überprüfung der Hypothesen II und III essenziell.

### Aufbau der Arbeit

Kapitel zwei der Arbeit befasst sich mit der Charakterisierung der Science Center und beschreibt neben deren Herkunft und Entwicklung insbesondere deren Unterscheidungs- und Abgrenzungsmerkmale zu den herkömmlichen Museen und Erlebniswelten. Ein besonderes Augenmerk liegt hierbei auf dem Science Center „Phänomenta“ in Flensburg und dem ihm zugrunde liegenden pädagogischen Konzept. Diese in Norddeutschland nahe der dänischen Grenze liegende Einrichtung zählt jährlich über 70.000 Besucher<sup>7</sup> und wird über die schleswig-holsteinische Landesgrenze hinaus vielfach von Schulklassen als außerschulischer Lernort genutzt. Da vielfach bei den außerschulischen Lernorten von Orten des informellen Lernens gesprochen wird, wird auf den Begriff als solchen im weiteren Verlauf eingegangen.

Im dritten Kapitel werden die Methoden zur Ergebniserhebung umfassend dargestellt. Insbesondere die zur Bestimmung und Definition der Beobachtungsparameter gewonnenen Erkenntnisse durch die Basisuntersuchungen für die qualitative erziehungswissenschaftliche Videografie werden hier dargestellt. Ebenfalls wird im Methodenkapitel auf die Videografie eingegangen. Neben der in dieser Arbeit Verwendung findenden computerbasierten Befragungsstation werden in diesem Abschnitt sämtliche Hilfsmittel und Computerprogramme innerhalb der Methodik eingeführt und beschrieben.

Das vierte Kapitel gliedert sich in drei Abschnitte und dient der Darstellung der gewonnenen Ergebnisse. Im ersten Abschnitt werden die Ergebnisse der rechnergestützten Befragungsstation umfassend dargestellt. Hierdurch soll die Frage

---

<sup>7</sup> Aussage des Geschäftsführers der Phänomenta Flensburg Achim Englert vom 10.05.2012

nach der Besucher Klientel der Phänomenta Flensburg und ihrer Einstellung zu den Naturwissenschaften geklärt werden. Im zweiten Abschnitt werden die bei den Basisuntersuchungen gewonnenen Untersuchungsergebnisse beschrieben. Neben den Ergebnissen der Wegenetzanalysen wird die zeitliche und räumliche Nutzung von Räumen und Exponaten dargestellt. Im dritten Abschnitt werden die Ergebnisse der qualitativen erziehungswissenschaftlichen Videografie sowie die für die Untersuchung wichtigen Parameter vorgestellt und die einzelnen Befundergebnisse der Videoanalyse präsentiert.

In Kapitel fünf werden die ergebnisoffenen Befunde zusammengeführt und die gewonnenen Erkenntnisse zur Diskussion gestellt. Besonderes Augenmerk wird hierbei auf die Tätigkeiten der jeweiligen Cluster-Gruppen gelegt, um mögliche übertragbare Erkenntnisse als Handreichung für pädagogische Fachkräfte zur Vorbereitung für einen Besuch eines Science Centers, insbesondere der Phänomenta in Flensburg, zu geben.

Abschließend erfolgt im sechsten und letzten Kapitel ein Ausblick auf die durch die Arbeit aufgeworfenen Fragestellungen.

## 2. Außerschulische Lernorte – Orte des informellen Lernens

### 2.1. Außerschulische Lernorte

Außerschulisches Lernen findet, wie der Begriff schon andeutet, außerhalb des gewohnten Schulgebäudekomplexes und damit der pädagogisch kontrollierten Lehr- und Lernumgebung statt. Der Erziehungswissenschaftler Arnulf Hopf (1993) definiert den Begriff folgendermaßen: „Außerschulische Lernorte sind didaktisch-pädagogisch ergiebige Informations-, Erfahrungs- und Tätigkeitsorte, die außerhalb der Klassenräume ein aktives Erkunden und Lernen ermöglichen.“

Die außerschulischen Lernorte sind somit Orte des informellen Lernens (siehe Kapitel 2.1.1.) und unterliegen in der Regel nicht den Zwängen und Vorurteilen, denen Orte des formalen Lernens unterliegen. So wird an schulischen Lernorten das Lernen sehr stark von den Lehrkörpern gesteuert (THOMA & PRENZEL 2009). Die Aufgabe der Lehrenden besteht darin, den Lehrstoff anhand des Lehrplans so aufzubereiten, dass die Schüler mit großer Wahrscheinlichkeit das so präsentierte Wissen erlernen (PRENZEL, SEIDEL & DRECHSEL 2004). Den Lernenden verbleiben hierbei nur wenige Freiräume, um ihre eigenen Entscheidungen beim Lernen zu treffen. In der Folge wirken sich negative Empfindungen in Lernsituationen auf die Entwicklung von Lernvorstellungen und damit direkt auf den Lernerfolg aus (VGL. DRECHSEL, 2001). So steht nach wie vor der lehrerzentrierte Unterricht mit seinem Frontalunterricht mit nahezu 77 % an der Spitze der in den Schulen genutzten Unterrichtssozialformen. Andere Sozialformen spielen mit der Einzelarbeit (10,24 %), dem Gruppenunterricht (7,43 %), der Klassenkooperation (2,60 %) sowie der Partnerarbeit (2,88 %) zur Zeit nur eine eher untergeordnete Rolle (VGL. GUDJONS, 2007). Folgt man Steuer (2015), so gilt dies nicht uneingeschränkt für alle Schulstufen. So wird an den deutschen Grundschulen aktiv daran gearbeitet, die Überlegenheit des Frontalunterrichts abzubauen. Steuer (2015) merkt hierzu an: „Auch in anderen Ländern wie z. B. in den Niederlanden bei der „Basisschool“ oder in Dänemark in der „Folkeskole“ sind solche Tendenzen zu erkennen“.

Bei der Nutzung von außerschulischen Lernorten hingegen haben die Schüler die Möglichkeit zur fragenden und forschenden Erschließung der Wirklichkeit. Nach Sauerborn und Brühne (2012) strebt gerade das außerschulische Lernen eine Aktivierung verschiedener Wahrnehmungs- und Lernkanäle an. Ihrer Auffassung nach

ist insbesondere bei leistungsschwächeren oder aufmerksamkeitsgestörten Schülern eine höhere Motivation zum Lernen an außerschulischen Lernorten erkennbar als an Orten der formalen Bildung (SAUERBORN & BRÜHE, 2012). Für die Lehrkräfte besteht somit die didaktische Herausforderung, jene Primärerfahrungen zu ermöglichen und basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen durch eine reflektierte Analyse auf die Lösung von praxisbezogenen Problemen zu kommen (VGL. JÜRGENS 1993). Außerschulisches Lernen lässt sich daher in den Unterricht innerhalb der formalen Bildungseinrichtung Schule integrieren und sollte nicht losgelöst als freier „Erlebnisort“ betrachtet werden (VGL. RUDORF 2001).

Der eigentliche Begriff des Lernens (als aktive Tätigkeit) wird nach wie vor der Schule zugeschrieben als dem Ort des institutionalisierten Lernens (CRANE 1994). Da informelle Lernorte wie Museen und Science Center in der heutigen Zeit gerade vor dem Hintergrund der Vorstellung des lebenslangen Lernens immer mehr an Bedeutung gewinnen, sollte diese in der Vergangenheit sehr eng gefasste Begriffszuschreibung überdacht werden (VGL. SCHWAN 2005).

Das Lernen<sup>8</sup> als solches an außerschulischen Lernorten folgt in der Regel keinen curricularen Anforderungen oder starren Lehr- und Lernprofilen. Vielmehr zeichnen sich diese Lernumgebungen dadurch aus, dass sie den Lernenden zahlreiche Möglichkeiten bieten, auf das eigene persönliche Lernen Einfluss zu nehmen und den Lernprozess aktiv zu gestalten. So entscheiden sich beispielsweise Museumsbesucher eigenständig für die zu besuchende Einrichtung und bestimmen selbstständig, wie lange sie sich in der Ausstellung aufhalten und mit welchen der dargebotenen Exponate sie sich befassen. Hierbei ist der Lernprozess (von einigen Autoren auch als Lernraum bezeichnet) zu großen Teilen selbst gesteuert und folgt in der Regel intrinsisch motivierten Beweggründen (ZIMMERMANN & MARTINEZ-PONS 1990).

Bönsch (2003) stellt hierzu fest: „Unbestritten ist, dass das Lernen an außerschulischen Lernorten das Lernen in der Schule in wichtigen Aspekten bereichern und ergänzen kann. In Rahmenrichtlinien wird in Form einer didaktischen Leitlinie für den Unterricht gefordert, dass die Schüler möglichst oft die Gelegenheit erhalten sollen, der Lebenswirklichkeit unmittelbar zu begegnen, um Schule und Leben wieder stärker miteinander verbinden zu können“. Thoma und Prenzel (2009) merken hierzu an: „Diese positiven Erfahrungen wirken sich wiederum auf den Lernbegriff einer Person

---

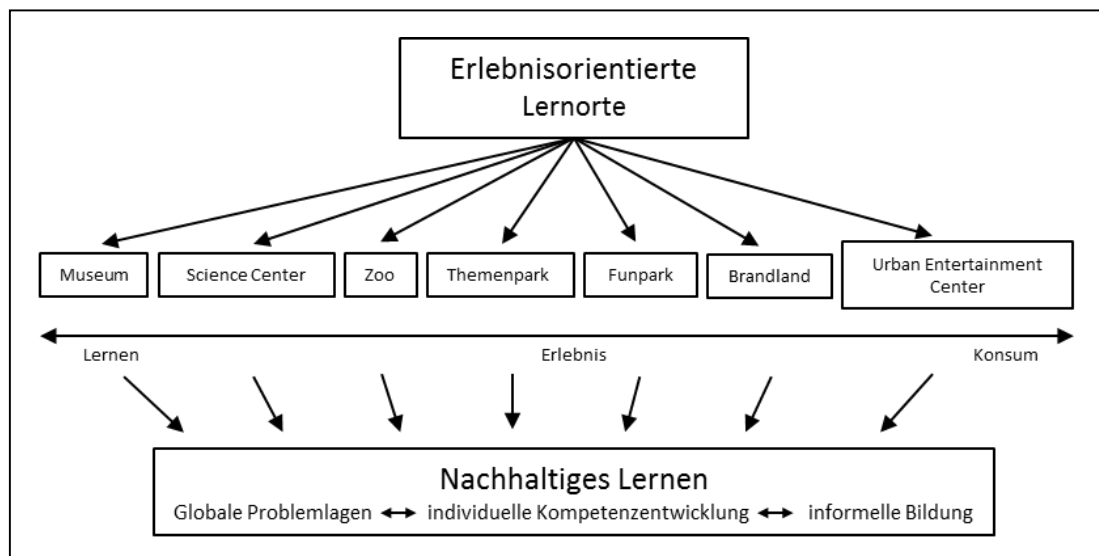
<sup>8</sup> Im weiteren Verlauf wird unter dem Begriff Lernen eine Aufnahme (insbesondere auch die sensorische) von kognitiven und affektiven Lerninhalten verstanden.



aus, und zwar so, dass mit dem Museum andere Vorstellungen vom Lernen verbunden werden als mit der Schule“.

Somit kann der Besuch von außerschulischen Lernorten den Unterricht sinnvoll ergänzen und unterstützen. Daher wird das umfangreiche Angebot an erlebnisorientierten Lernorten von Lehrkräften im Rahmen von Schülerexkursionen gerne genutzt. Durch das Aufsuchen von Lernorten außerhalb des Schulgebäudes werden die eigenen Erfahrungsmöglichkeiten und damit die Chancen für ein erlebnisorientiertes Lernen erweitert (vgl. KLAES 2007; BÖNSCH 2003). Gerade unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit soll hierbei ein Erkenntniszuwachs erfolgen sowie Lebens- und unter anderem soziale Kernkompetenzen weiter entwickelt und ausgebildet werden.

Was macht nun außerschulische Lernorte aus? Um welche konkreten Lernorte handelt es sich dabei? In der Literatur unbestritten ist die Tatsache, dass es sich bei den außerschulischen Lernorten (ASL) in der Regel um eine Vielzahl von unterschiedlichsten Orten und Einrichtungen handelt, zu der die breite Öffentlichkeit Zugang zu hat. Zu diesen Einrichtungen gehören beispielsweise Zoos, Museen, Science Center, Funparks, Brandlands<sup>9</sup>, Themenparks oder auch Urban Entertainment Center (Abbildung 1).

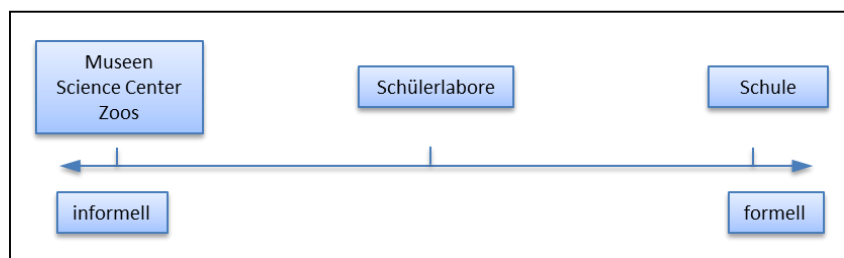


**Abbildung 1:** Wirkungen erlebnisorientierter Lernorte auf das nachhaltige Lernen (Freericks u. a. S. 67)

<sup>9</sup> „Brandlands sind als „Orte des Begreifens“ neue, zeitgemäße Markenwelten und Zentren der Unternehmenskommunikation, die nicht nur die Kommunikation der Unternehmensphilosophie ermöglichen, sondern auch die Vermittlung der Einzigartigkeit der Marke(n), Produkte und Dienstleistungen. Beispiele solcher Einrichtungen sind die Playmobilparks in Zirndorf, Paris, Malta, Kifisia, Orlando und Palm-Beach aber auch Autoausstellungen wie z. B. Opel Live in Rüsselsheim.“ (FÖRSTER 2005, S.9)

Aufgrund der Vielzahl an verschiedensten Arten und Ausprägungen von außerschulischen Lernorten ist das Spektrum an Lernangeboten breit gefächert. So können Besucher, in Abhängigkeit von der von ihnen gewählten Einrichtung, beispielsweise mit naturwissenschaftlichen oder geisteswissenschaftlichen Themen, gesundheitsfördernden Inhalten, Informationstechnologien, Sportveranstaltungen, Rollen- und Gesellschaftsspielen sowie mit Angeboten für einen „erlebnisorientierten Konsum“ rechnen (VGL. FÖRSTER 2005).

Naturwissenschaftliche Inhalte sind hierbei vorwiegend in Museen, Science Centern, Zoos und Themenparks vorzufinden. Einen interaktiven Zugang zu naturwissenschaftlichen Themen aus dem Bereich der unbelebten Natur sind im Wesentlichen auf die erlebnisorientierten Einrichtungen wie Museen und Science Center beschränkt (FÖRSTER 2005). Eine in der heutigen Zeit immer mehr in „Mode“ kommende Einrichtungsart bilden die Schülerlabore, sogenannte Mitmachlabore. In ihnen haben die Besucher die Möglichkeit, sich mit naturwissenschaftlichen Phänomenen und Fragestellungen auseinanderzusetzen und forschendes Lernen zu praktizieren (JANETT & KOHSE-HÖINGHAUS 2003). Sie nehmen durch den im Vergleich zu den klassischen informellen Lernorten wie den Science Centern und Museen höheren Grad an Vorbereitungen und instruktiven Lehrimpulsen eine Stellung zwischen den beiden Reinpolen des Lernens ein (Abbildung 2).



**Abbildung 2:** Einteilung der außerschulischen Lernorte nach informeller bzw. formeller Charakteristik (nach Guderian 2007)

Die vorliegende Arbeit geht nur auf die im Schulgebrauch im Allgemeinen (sinnvoll) nutzbaren Lernorte ein; Sie folgt dabei der nach Guderian (2007) vorgenommenen Einteilung der Lernorte hinsichtlich ihrer informellen bzw. formellen Charakteristik. Auf eine Unterscheidung hinsichtlich der von einigen Autoren vorgenommenen Einteilung in Lernorte mit und ohne primärer Bildungsfunktion (HOLTAPPELS 1998) wird an dieser Stelle bewusst nicht weiter eingegangen.

Historisch betrachtet ist die in der heutigen Zeit immer lauter klingende Forderung nach Bildung an außerschulischen Lernorten nicht erst ein Produkt des PISA-Schocks oder gar moderner bildungspolitischer Debatten. Bereits im 17. Jahrhundert wurde der Realunterricht Kern didaktischer Auseinandersetzungen. Einer der namhaftesten Vertreter seiner Zeit war der böhmische Pädagoge und Gelehrte Johann Amos Comenius (\*1592 – †1670). Comenius, der im Laufe seines Lebens stetig versuchte ein Werk über das gesamte Wissen der Welt zu verfassen, befasste sich hierbei auch stets mit den hierfür geeignet erscheinenden Darstellungsformen und Vermittlungsweisen. Die wesentlichen Prinzipien der Originalbegegnungen gehen somit auf ihn zurück. Seine Forderung nach der realen Begegnung mit den die Sinne ansprechenden Lernerfahrungen an Lernorten anstelle der vergleichsweise abstrakteren Lernform durch Lehrbücher galt in der damaligen Zeit als revolutionär (SAUERBORN & BRÜHNE 2012; KAISER 2001).

*„Die Menschen müssen soviel wie möglich ihre Weisheit nicht aus Büchern schöpfen, sondern aus Himmel und Erde, aus Eichen und Buchen, d. h., sie müssen die Dinge selbst kennen und erforschen und nicht nur fremde Beobachtungen und Zeugnisse darüber.“*

(COMENIUS ZITIERT NACH FLITNER 1992).

In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts entwickelte sich aus dem Realunterricht über die gegen Ende des 18. Jahrhunderts aufkeimende Aufklärungspädagogik die Anschauungspädagogik bzw. Anschauungsdidaktik. Diese Entwicklung hielt bis in die Anfänge des 19. Jahrhunderts an. Zu einem ihrer wichtigsten Vertreter zählt neben Jean-Jacques Rousseau (\*1712 – †1778) der Schweizer Pädagoge Johann Heinrich Pestalozzi (\*1746 – †1827). Seine Idee der Anschauungsdidaktik wurde schnell zum Kernpunkt pädagogischer Diskussionen für die folgenden Jahre (KAISER 2008). Das Hauptanliegen der Anschauungsdidaktik lag in der Förderung des Denkens durch visuelle Vermittlung von Lerninhalten. Durch Bilder sollten hierbei die Lernvorstellungen des Lernsubjektes konkretisiert werden. Ziel war es, die individuelle Wahrnehmungsfähigkeit so zu entwickeln und auszubilden, dass der Lernende nicht mehr allein, wie seiner Zeit üblich, von Lehrsätzen abhängig war (VGL. RUDORF 2001). Die Einbeziehung aller Sinne innerhalb des Lehr- und Lernprozesses stand im Blickpunkt der Pädagogik.

Wurde das Lernen an außerschulischen Lernorten noch von manchen Zeitgenossen des 19. Jahrhunderts als „schulfremd“ belächelt, so erlangte das Lernen außerhalb der Klassenräume zu Beginn des 20. Jahrhunderts einen weitaus höheren Stellenwert unter den Pädagogen (**DÜHLMEIER 2010**).

Anfang des 20. Jahrhunderts wurde der Ruf nach den außerschulischen Lernerfahrungen und damit nach den geeigneten Lernorten immer lauter. Dühlmeier (**2010**) sieht den Grund für diesen Aufschwung des außerschulischen Lernens in der Beeinflussung großer Teile der Reformpädagogik durch die bürgerliche Jugendbewegung. Ferner merkt er an: „Durch die Jugendbewegung und die parallel entstehende Lebensreformbewegung geprägt, gehörte die Propagandierung des Lernens außerhalb des Klassenzimmers zum festen Bestandteil der schulreformerischen Publikationen einer Vielzahl von Reformpädagogen vor allem in den 1920er und frühen 1930er Jahren“ (**DÜHLMEIER 2010**). Namhafte Reformpädagogen seiner Zeit wie Célestin Freinet (\*1896 – †1966), Maria Montessori (\*1870 – †1952), Peter Petersen (\*1884 – †1952), Hermann Lietz (\*1868 – †1919) oder Kurt Hahn (\*1886 – †1974) erkannten innerhalb ihrer eigenen pädagogischen Konzeptionen und Forschungen die Notwendigkeit der außerschulischen Unterrichtsgestaltung. So entstanden u. a. Land-, Schul- und Unterrichtsheime sowie Freiluftschulen (**KAISER 2008**). Folgt man Sauerborn & Brühne (**2012**), so ist die Idee der Arbeitspädagogik dem außerschulischen Lernen als Vorläufer zuzuordnen. So fand der meist handlungsorientierte, durch manuelle Tätigkeiten geprägte Unterricht an Schullaboratorien, -küchen, -werkstätten und -gärten unter dem Dach der Institution Schule statt. Dies jedoch nur in deutlicher räumlicher Trennung vom eigentlichen Klassenzimmer (**KAISER 2008**). Zu den wichtigsten Vertretern der Arbeitsschulpädagogik zählen u. a. Hugo Gaudig (\*1860 – †1923) sowie Georg Kerschensteiner (\*1854 – †1932).

Erziehungswissenschaftliche Bildung der Neuzeit stellt gegebenenfalls veränderte Ausgangsbedingungen für die Bildung und Erziehung fest, doch bedient sie sich nach wie vor häufig der reformpädagogischen Überlegungen jener Vergangenheit (**SAUERBORN & BRÜHE 2012**).

### 2.1.1. Informelles Lernen vs. formelles Lernen

Erst in den letzten Jahren wird dem Begriff des „informellen Lernens“ in Deutschland eine erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt; er steht seither im Diskurs verschiedener pädagogischen Diskussionen. Neben den wissenschaftlichen Disziplinen der Erziehungswissenschaften, Psychologie oder Soziologie zeigen mittlerweile selbst Politik und Wirtschaft ein Interesse an einem möglichen Kompetenzerwerb in informellen Lernkontexten (RAUSCHENBACH, DÜX, SASS 2008). Der Begriff des „informellen Lernens“ selbst ist allerdings bereits viel älter und das Interesse an ihm ist in anderen Ländern weitaus größer als im deutschsprachigen Raum. So hat in den USA der Begriff „informal education“ bereits eine lange Tradition und eine weitaus höhere bildungspolitische Bedeutung (MACK 2007). Nach Overwien (2006) wurde der Begriff „informal education“ vermutlich von John Dewey<sup>10</sup> eingeführt und bildet für ihn die Grundlage der formalen Bildung.

Trotz des bereits langen Bestehens der eigentlichen Begrifflichkeit gibt es bis heute noch keine international gültige einheitliche Definition. Allerdings lassen sich einzelne Merkmale des formellen- und informellen Lernens gegenüberstellen (Tabelle 1).

<b>Informelles Lernen</b>	<b>Formelles Lernen</b>
freiwillig	vorgeschrieben
planlos, unstrukturiert	strukturiert
unbewertet	bewertet
ohne vorgegebenes Ende	geschlossen
lerner gesteuert	lehrer gesteuert
lerner zentriert	lehrer zentriert
außerhalb von formellen Orten	klassenraumbasiert
außerhalb des Schulkontextes	Schulkontext
nicht curriculumbasiert	curriculumbasiert
ungeplant	geplant
viele unbeabsichtigte Ergebnisse	weniger unbeabsichtigte Ergebnisse
sozialer Kontakt / kollaborativ	Einzelarbeit
ungeregelt	vom Lehrer vorgegeben

Tabelle 1: Merkmale von formellem und informellem Lernen (nach Guderian 2007)

<sup>10</sup> John Dewey (\*1859 – †1952) Begründer der amerikanischen Reformpädagogik

Vor dem Hintergrund der Diskussionen um lebenslanges Lernen gewinnt die Begrifflichkeit zunehmend an Interesse. So bezieht sich der Begriff „informell“ vom Grundsatz her auf die Lernprozesse, die außerhalb von formalen Institutionen stattfinden. Dohmen (2001) definiert in einem Gutachten für das Bundesministerium für Bildung und Forschung das informelle Lernen als bewusste oder unbewusste Form des praktizierten Lernens außerhalb formalisierter Bildungsinstitutionen und Lernveranstaltungen. Hierbei unterscheidet sich das informelle Lernen vom formellen Lernen dadurch, dass nicht den Vorgaben der lehrenden Institution gefolgt wird, sondern von den jeweiligen Einzelinteressen geleitet selbst gesteuert gelernt wird. Das informelle Lernen erfolgt hierbei oftmals nicht bewusst und geschieht meist eher ungeplant und unbeabsichtigt als (freiwilliges) Lernen im Alltag außerhalb der Bildungsinstitutionen in den „[...] lebensweltlichen Zusammenhängen und der sozialen Welt der Akteure“ (Mack 2007). Hierzu gehören nach Dohmen (2001) aber auch Orte der formalen Bildung. Daher kann nach seiner Auffassung ein selbst gesteuertes, eigensinniges informelles Lernen ebenfalls durch formelle Bildungseinrichtungen erfolgen. Mack (2007) führt hierzu an: „Die Unterscheidung zwischen formalem und informellem Lernen ist deshalb vor allem auf unterschiedliche Formen des Lernens, auf Lernprozesse gerichtet, sie ermöglicht keine eindeutige Zuordnung des Lernens nach ihrem institutionellen Ort, auch wenn sich der Fokus informellen Lernens auf das Lernen außerhalb von Institutionen richtet“ (Mack 2007).

Die individuelle Wahl der Lerninhalte ist ebenfalls für Falk und Dierking (2000) eine wichtige Voraussetzung für das informelle Lernen. Sie bezeichnen dieses Lernen auch als „free-choice learning“. Charakteristisch ist hierbei die eigene Wahl des Lernenden was, wie, wo und mit wem man wie lange lernen will (Falk, Dierking, Foutz 2007). Neben der Frage nach dem „Wo oder was lerne ich?“ gibt es noch weitere Faktoren, die eine differenzierte Betrachtung der Begrifflichkeiten ermöglichen. Ungeachtet der Vorstellung von den nicht sichtbaren Prozessen des Lernens<sup>11</sup> (vgl. Hobmaier u. a. 2008) ist die Summe der belegbaren Lernerfahrungen möglicherweise ein geeigneter Indikator für die Begriffsfindung. Formales Lernen zeichnet sich demnach dadurch aus, dass es in der Regel klar definierte Methoden gibt, um festgelegte Lernziele zu erreichen und somit die Zielvorgabe in Form eines qualifizierten Abschlusses erreicht

---

<sup>11</sup> „Lernen ist ein nicht beobachtbarer Prozess, der durch Erfahrungen und Übung zu Stande kommt und durch den Verhalten und Erleben relativ dauerhaft erworben oder verändert und gespeichert wird.“ (Hobmaier u. a., 2008)

wird. In der internationalen Diskussion findet neben den Begriffen des formellen und informellen Lernens auch der Terminus „non-formales Lernen“ Verwendung. Bei diesem Begriff handelt es sich um eine differenzierte Betrachtungsweise des formalen Lernens. So definiert die Europäische Kommission (2001) das „non-formale Lernen“ als einen Lern- bzw. Bildungsprozess innerhalb von Institutionen, die nicht den formalen Bildungseinrichtungen (System) im engeren Sinn zugerechnet werden können. Die Lernprozesse selbst können hierbei systematisch geplant und durchgeführt werden; jedoch sind diese im Regelfall nicht zertifiziert (VGL. EUROPÄISCHE KOMMISSION 2001). Umgangssprachlich kann somit gesagt werden, dass non-formales Lernen immer dann stattfindet, wenn sich bewusst für das Lernen und den damit verbundenen Wissenszuwachs entschieden wird. Das Lernen selbst findet hierbei jedoch außerhalb der traditionellen Bildungswege statt (z. B. Kochkurse in der Volkshochschule) ohne die Möglichkeit einen formalen Abschluss zu erlangen. Das wichtigste Differenzierungskriterium ist hierbei der Grad der formalen Anerkennung der jeweiligen Lernergebnisse (BECHTEL / LATKE / NUISSL 2005).

Eine geringfügig abweichende Auffassung vertritt die OECD. Ihr wichtigstes Unterscheidungskriterium bildet die Qualifizierung und Zertifizierung des Lernens bzw. ihrer Lernprozesse. Somit entsprechen nach den Vorgaben der OECD beispielsweise Volkshochschulen, die am Ende der erfolgreich besuchten Lehr- und Bildungsveranstaltung Zertifikate verteilen, den Kriterien als Orte der formalen Bildung (VGL. BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG 2008). Es finden daher an ihnen formale Bildungsprozesse statt. Eine exakte und allgemein gültige Unterscheidung zwischen formellem- und non-formellem Lernen, aber auch zum Begriff des informellen Lernens erscheint somit nur schwer darstellbar.

Selbst die Gleichsetzung von Lern- mit Bildungsformen bringt keine eindeutige abschließende Definitionsform: „Informelles Lernen = informelle Bildung, non-formelles Lernen = non-formelle Bildung und formelles Lernen = formelle Bildung“ (VGL. STOLZ 2006). Bollweg (2008) merkt hierzu an: „Unklar bleibt hierbei, dass zum Beispiel in der Schule auch informelles Lernen parallel und außerhalb des planmäßigen, curricular strukturierten Unterrichts, in den Pausen und auf dem Schulhof erfolgt oder in der Kinder- und Jugendhilfe auch Lernen zum Beispiel in der Jugendberufshilfe formalisiert ist und damit formelle Bildung erworben wird“.

## 2.1.2. Lernen an außerschulischen Lernorten

Die folgende Tabelle (Tabelle 2) gibt einen Überblick über die wesentlichen Elemente der Lernprozesse bezogen auf unterschiedlichen Lernorte:

Lernort	Warum wird gelernt?	Wird vorwiegend bewusst oder unbewusst gelernt?	Was wird gelernt?	Wie wird gelernt?
Schule	Schulpflicht	bewusst	Inhalte einzelner Schulfächer, die durch einen Lehrplan festgelegt sind.	unter Anleitung eines Lehrers
Erlebniswelt	freiwillig	unbewusst	Thema der Erlebniswelt	beiläufig durch das Einlassen auf verschiedene Erlebnisse
Museum	freiwillig	unbewusst	Themen der Exponate	beiläufig durch das Ansehen verschiedener Exponate und Lesen
Science Center	freiwillig	unbewusst	Naturwissenschaften	beiläufig durch Experimentieren an Stationen
Medien	freiwillig	<u>bewusst</u> , wenn das Medium zum Lernen eingesetzt wird; <u>unbewusst</u> , wenn das Medium als Freizeitbeschäftigung verstanden wird.	Verschiede Inhalte, je nach freiwilliger Auswahl	selbstständig
Öffentliche Einrichtungen	freiwillig	unbewusst	Von der Einrichtung abhängige Inhalte	beiläufig, selbstständig

**Tabelle 2: Lernprozesse an unterschiedlichen Lernorten (nach Konhäuser 2004)**

Anhand der vorliegenden Tabelle lassen sich die lernortsspezifischen Merkmale gut aufzeigen und die jeweiligen Unterschiede für einen Vergleich der Lernorte heranziehen. Weitere für diese Arbeit nicht relevant erscheinende Unterscheidungsmerkmale sind in der Arbeit von Geyer (2007) nachzulesen.



## 2.2. Science Center

Science Center werden in der gängigen Literatur vielfach unterschiedlich definiert und weitestgehend nach ihrer thematischen Ausrichtung oder ihrer zugrunde liegenden Konzeption bewertet und eingeordnet. Kiupel (2003) merkt hierzu an: „Die Begriffe „Science-Center“, „Science-Zentrum“ usw. sind in keiner Weise geschützt. So kann sich jede Einrichtung, die sich als „Wissenschaftszentrum oder als ein (moderner) Ort der Wissensvermittlung/Wissenschaftsvermittlung versteht, „Science-Center“ nennen. Die Gründe dafür eine Einrichtung als „Science-Center“ zu bezeichnen, können vielfältig sein.“ Allein aufgrund der Vielfalt von unterschiedlichen Zielen, Zielgruppen, Themengebieten, Präsentationsformen sowie Organisations- und Finanzierungsmodellen fällt es schwer, eine umfassende, alle betreffenden Einrichtungen erfassende, allgemeingültige und international anerkannte Definition aufzustellen (WEITZE & FELDKAMP U. A. 2002). Science Center, deren Wurzeln tief in der pädagogischen Forderung nach der unmittelbaren Begegnung mit dem Phänomen liegen (FIESSER & KIUPEL 1999), sind in der Regel naturwissenschaftlich orientierte Experimentierausstellungen, die den Besuchern durch interaktive Experimentierfelder Einblicke in Grundlagen der Naturwissenschaften vermitteln sollen (VGL. FIESSER 2000, LOOß 2004). Die weltweite Verbreitung von Science-Centern beruht insbesondere auf den bahnbrechenden Arbeiten von Frank Oppenheimer im Exploratorium in San Francisco / USA (VGL. FIESSER & KIUPEL 1999). Da das Hauptanliegen dieser Arbeit jedoch nicht bei der definitorischen Begriffsfindung liegt, sondern vielmehr in der Analyse von Verhaltensweisen seiner Besucher, wird an dieser Stelle nicht weiter auf die jeweiligen Nuancen der Begrifflichkeiten eingegangen.

Charakteristisch für Science Center ist allerdings, dass die Besucher mittels „learning by doing“, also durch eigenständiges selbstgesteuertes spielerisches Experimentieren, sich mit interaktiven Experimentierstationen naturwissenschaftliche Zusammenhänge und Phänomene erfahrbar und im Idealfall begreifbar machen. Hierbei geht es jedoch in erster Linie nicht nur um reine messbare kognitive Lernerfolge, sondern eher darum, die positive Grundeinstellung zu den Naturwissenschaften aufzubauen oder zu verstärken (VGL. LOOß 2006). Bei den in Science Centern dargebotenen Exponaten handelt es sich in der Regel um sogenannte „Hands-on“ oder auch „Body-on“ Experimentierstationen. „Hands-on“

bezeichnet hierbei die bewusste Aufforderung an die Besucher, selbst Versuche an den Exponaten durchzuführen (REINHARD 2005).

*„Nothing will happen, unless you make it happen“  
(Motto des „Technorama“ Science-Centers in Winterthur/Schweiz)*

Der Besucher ist dabei für seinen individuellen Erkenntnisgewinn selbst verantwortlich und erfährt diesen im Allgemeinen erst durch das aktive Experimentieren und die Veränderung von Experimentalparametern (vgl. BADE 2010). In Bezug auf messbare kognitiven Lernerfolge merkt Looß (2006) allerdings kritisch an: „[...] hinsichtlich dieser Erwartungen sind selbst die Betreiber von Science Centern etwas bescheidener geworden“. Weiter führt sie aus: „Solange die pädagogischen Begleitprogramme nicht durch wissenschaftliche Forschung evaluiert werden, fällt es schwer, den Wert von Science Centern für das Lernen zu bestätigen“ (Looß 2006).

Weltweit gibt es mittlerweile mehr als 1300 Einrichtungen mit dem Anspruch, ein Science Center darzustellen (Tabelle 3). Hierbei handelt es sich in erster Linie um Orte zum Staunen und Entdecken sowie zum spielerischen Erforschen von naturwissenschaftlichen Phänomenen und ihren Zusammenhängen.

Region	Anzahl	Besucher/Jahr/Mio.	Umsatz in Mio. US\$
USA / Kanada	368	148	1.094
Europa	257	22	153
China	243	25	4
Indien	193	11	4
Rest Asien	160	6	23
Lateinamerika	77	9	22
Afrika	18	1	<1
<b>Gesamt</b>	<b>1.316</b>	<b>222</b>	<b>1.301</b>

[Tabelle 3: Zahl der Science Center, aufgliedert nach Regionen \(nach Reinhard 2005\)](#)

Im Gegensatz zu den klassischen Museen, in denen der Museumsbesucher auch gleichsam der „natürliche Feind des Konservators“ ist und daher davon abgehalten werden muss, die wertvollen Exponate anzufassen (SCHAPER-RINKEL, GIESECKE & BIEBER 2001), lebt das Science Center davon, dass seine Ausstellungsobjekte, die interaktiven Experimentierstationen, angefasst und genutzt werden dürfen bzw. berührt und

genutzt werden sollen. Diese Exponate sollen die Bedürfnisse der Besucher nach der unmittelbaren Erfahrung unter Einsatz aller Sinne und teilweise auch des ganzen Körpers befriedigen (FIESSER & KIUPEL 1999).

Wie eingangs bereits beschrieben, ist das erklärte Ziel von Science Centern, den Besuchern Lust auf Naturwissenschaften und Technik zu machen und mögliche Berührungssängste zu diesen Disziplinen zu verringern oder vollständig abzubauen. Auf Basis dieser Leitgedanken sollen die Besucher auf „Entdeckungsreise“ gehen und hierbei die naturwissenschaftlichen Prinzipien und Methoden unter Verwendung aller ihrer Sinne vermittelt bekommen. Jeder einzelne Besucher einer solchen Einrichtung wählt individuell die Art und Tiefe der eigenen Auseinandersetzung mit den dargebotenen Exponaten. Science Center können dadurch gerade auch Kindern, die in der Schule die Lust an den Naturwissenschaften verloren haben, einen neuen, positiven Zugang vermitteln (KONHÄUSER 2004).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass ein direkter Vergleich von Science Centern schwierig ist, da es sich bei diesen Einrichtungen um äußerst heterogene und sich in ihren jeweiligen Merkmalen stark unterscheidende Einrichtungen handelt. Bade (2010) fasst jedoch in ihrer Arbeit 12 Kennzeichen zusammen, die merkmaltypische Zeichen und gemeinschaftliche Strukturen für Science Center darstellen:

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

### 2.2.1. Geschichte der Science Center

In ihren Anfängen entstehen die Science Center in direkter Abgrenzung zu den herkömmlichen Museen <sup>12</sup> und verweisen hierbei auf ein Defizit in der Museumspädagogik (SCHAPER-RINKEL, GIESECKE & BIEBER 2001). Die Science Center haben sich hierbei als neue Gruppierung aus den herkömmlichen Museen (Museen der ersten Generation) entwickelt. Sie werden daher auch als „Museum der dritten Generation“ bezeichnet. Ihre Entwicklung vom Museum bis hin zum Science Center wird an dieser Stelle stichpunktartig dargestellt (KONHÄUSER 2004):

<b>Ab 17. Jh.</b>	<b>Museen der 1. Generation:</b> Meist historisch und systematisch orientierte Museen, die auf überwiegend private Sammlungen und Kabinette zurückgehen.
<b>19. Jh.</b>	Das große Interesse an den Weihnachtsvorlesungen Faradays in der Royal Institution, London, und an populärwissenschaftlichen Zeitschriften führen zu naturwissenschaftlich und technisch orientierten Museen.
	<b>Museen der 2. Generation:</b> Es wurde schnell klar, dass das Ansehen von naturwissenschaftlichen Objekten allein für die Vermittlung von technischen Kenntnissen wenig effektiv war. Neben den historischen Originalen wurden daher auch Funktionsmodelle in Vitrinen ausgestellt. Hierbei handelt es sich um Knopfdruck-Experimente. Auf Knopfdruck werden Apparate in Gang gesetzt, die die technischen Hintergründe sichtbar machen und erklären helfen. Beispiele für Museen der 2. Generation sind die Urania in Berlin und das Deutsche Museum München, in dem heute noch solche Knopfdruck-Experimente üblich sind.
<b>1889</b>	Gründung der Urania in Berlin. Die Urania zeigt Modelle, die Besucher zur Aktivität anregen und hat ein wissenschaftliches Theater.
<b>1903</b>	Gründung des Deutschen Museums München von Oskar von Miller.
<b>1906</b>	Das Deutsche Museum München benutzt Filme, interaktive Komponenten, Diagramme und Illustrationen in Ausstellungen.
<b>1930</b>	Edward Robinson und Arthur Melton zeigen, dass psychologische Faktoren und Methoden bei der Präsentation von Exponaten eine entscheidende Rolle spielen und der Museumsmüdigkeit entgegenwirken können. Martin Wagenschein beschreibt, wie das Lernen durch

<sup>12</sup> Nach dem International Council of Museums (ICOM) sind Museen Einrichtungen mit der Aufgabe, kulturell wertvolle Objekte zu bewahren, zu erforschen und für die Öffentlichkeit auszustellen (GEYER 2007).

	Handlungsmöglichkeiten verbessert werden kann. Hugo Kükelhaus zeigt, wie der Mensch sich durch handelndes Tun formt und Bewusstsein gewinnt.
<b>1936</b>	Das Experimentieren mit interaktiven Exponaten wird erstmals von Melton und Robinson dokumentiert.
<b>1937</b>	Jean Perrin, Physiker und Nobelpreisträger, richtet den Palais de la Découverte in Paris ein.
<b>1960</b>	Ausstellungsdesigner experimentieren immer mehr mit der Beteiligung der Besucher an den Ausstellungen.
<b>1967</b>	Auf der Weltausstellung in Montreal werden Kükelhaus' Erfahrungsfelder zur Entfaltung der Sinne erstmals gezeigt. Vielfach kopiert finden sie sich bis heute vor allem auf Gartenbauausstellungen, aber auch in vielen Science Centern.
<b>1969</b>	<b>Museen der 3. Generation:</b> Frank Oppenheimer gründet das Exploratorium in San Francisco als Urmutter aller Science Center.

**Tabelle 4:** Entwicklung der Museen zu Science Centers (nach Konhäuser 2004)

Wie aus der Übersicht gut ersichtlich wird, entstanden bereits im 19. Jahrhundert Technikmuseen – somit deutlich vor den Jahre später entwickelten Science Centern. Betrachtet man die Science Center als institutionelle Nachfolger alter Traditionen zur plastischen Vermittlung von Wissenschaft und Technik, so liegen ihre Wurzeln weit in der Vergangenheit. Bereits Bacon, Descartes und Leibniz entwickelten Ideen, um Wissenschaft und Technik breiten Kreisen der Bevölkerung zugänglich zu machen. So fanden Wissenschaftsausstellungen schon im 17. und 18. Jahrhundert ihr staunendes Publikum. Michael Faradays (1860) berühmte Weihnachtsvorlesungen oder die Vorträge in Berlin von Alexander von Humboldt über die „Physik der Welt“ sind frühzeitige Ansätze eines „Public Understanding of Science (PUS)“ (SCHAPER-RINKEL, GIESECKE & BIEBER 2001). Die Entwicklung von Wissen schaffenden Einrichtungen folgte dem von den Bürgern eingeforderten Begehren nach dem populären Wissen über die Naturwissenschaften und Technik. So entwickelten sich, wie aus Tabelle 4 ersichtlich, aus den klassischen Wissenschaftsmuseen, den Museen der ersten Generation, die etwa ab dem 17. Jahrhundert entstanden, neue Formen von Museen, die dem wachsenden Interesse an naturwissenschaftlichen und technischen Themen Rechnung trugen (GEYER 2007). Typische Vertreter von Museen der ersten Generation waren beispielsweise das Instituto di Storia della Scienza, in dem wissenschaftliche Exponate der Medici, unter anderem die originalen Teleskope von Galileo, ausgestellt wurden (SALMI 1993). Folgt man der von Bauer u. a. (2000) unter Bezugnahme auf die

ECSITE<sup>13</sup> definierten Generationen von Museen bzw. Science Centern, so fällt auf, dass in der Literatur das Berliner Urania unterschiedlichen Museums-Generationen zuordnet wird. Waren Museen der ersten Generation noch klassische Wissenschaftsmuseen, in denen Objekte bzw. Versuchsdemonstrationen überwiegend nur passiv betrachtet werden konnten, so stellten Museen der zweiten Generation hiermit einen klaren Bruch dar. Merkmal der zweiten Generation ist die Einbeziehung der Besucher hin zur reinen „Hands-on Experience“-Tradition (FRANTZ-PITTNER, GRABNER & BACHMANN 2011). Ein typischer Vertreter für die zweite Generation ist das Deutsche Museum in München. Nach Reinhard (2005) handelt es sich konzeptionell um eine Weiterentwicklung der Berliner Urania. Wie in Tabelle 4 ersichtlich, konnte der Besucher neben den ausgestellten Originalexponaten auch an Knopfdruck-Experimenten interaktiv tätig werden und damit die Funktionsweise begreifbarer machen.

Unstrittig in der Literatur ist die Tatsache, dass das 1889 in Berlin eröffnete Berliner Urania eine Art Vorgänger der heutigen Science Center ist (SCHAPER-RINKEL, GIESECKE & BIEBER 2001). Die Urania (vom griechischen uranos: der Himmel / Muse der Sternkunde) bestand seinerzeit aus einem wissenschaftlichen Theater, einem wissenschaftlichen Museum, drei Sternwarten und einem Laienexperimentiersaal, in dem unter anderem Helmholtz, Edison und Siemens Vorträge hielten und Experimente vorführten (BRÜNING 2010; SCHAPER-RINKEL, GIESECKE & BIEBER 2001). Innerhalb von nur 5 Monaten nach der Eröffnung konnten über 60000 Besucher gezählt werden (VGL. LÜHRS 1992). Folgt man Konhäuser (2004) und Geyer (2007), so handelt es sich bei der Urania um ein Museum der zweiten Generation. Autoren wie Reinhard (2005), Lührs (1996) und Schaper-Rinkel, Giesecke & Bieber (2001) sehen in der Urania einen typischen Vertreter eines Museums der ersten Generation. Erst mit der Eröffnung des Deutschen Museums von Oskar von Miller in München im Jahr 1903 erkennen sie in ihm einen Vertreter der zweiten Generation. Unabhängig von der jeweiligen Einteilung lässt sich jedoch festhalten, dass sich die Berliner Urania durch die Einbeziehung der Besucher deutlich von den herkömmlichen Museen der ersten Generation abhob – zumal sich die Urania (wie viele weitere Einrichtungen auch) im weiteren Verlauf ihres Bestehens stetig weiter entwickelte (REINHARD 2005). Ein bedeutender Vertreter der neuen Museumskonzeptionen war Hugo Kükelhaus. Sein „Erfahrungsfeld zur Entfaltung der

---

<sup>13</sup> European Collaborative of Science Centers and Museums

Sinne“ im Deutschen Pavillon auf der Weltausstellung 1967 in Montreal fand große Beachtung. Kükelhaus wollte bei den Besuchern mit seiner erlebnispädagogischen Schau eine „Reaktivierung“ der eigenen Sinne erreichen und entwickelte hierfür 35 spielerische interaktive Experimentierstationen (GEYER 2007).

Die im Laufe der stetigen Weiterentwicklungen seitens der Museen entstehende dritte Generation von Museen kann als eine „Evolution“ von Präsentationsarten der Urania und des Deutschen Museums gesehen werden. Hauptsächlichste Ursache für diese Weiterentwicklung ist das nachlassende Interesse der Besucher an klassischen Museen mit ihren statischen Ausstellungen und Exponaten und der zunehmende Wunsch nach unterhaltender Bildung (REINHARD 2005).

Mit der Eröffnung des Exploratoriums von Frank Oppenheimer<sup>14</sup> in San Francisco im Jahr 1969 wurde der Schritt zum Museum der dritten Generation erreicht. Oppenheimers Idee war es, der breiten Öffentlichkeit die Wissenschaften und Technik näher zu bringen und begreifbar zu machen. Erstmals wurde hierbei die interaktive Teilnahme der Besucher zum didaktischen Grundsatz erhoben. Diese sollten zur selbstständigen Tätigkeit animiert werden (REINHARD 2005; FIESSER 2001). Durch die direkte Interaktion mit dem Exponat tritt der Besucher in eine tatsächliche Wechselwirkung mit dem Exponat ein und wird u. U. selbst Teil des Experiments (KIUPEL 1996). Das Exploratorium ist bis zum heutigen Tage ein bedeutendes Referenzobjekt für die neueren Science Center – dies gilt auch für den deutschsprachigen Raum (SCHAPER-RINKEL, GIESECKE & BIEBER 2001). Somit kann festgehalten werden, dass in Museen der dritten Generation gegenüber den Museen der ersten und zweiten Generation, deren Inhalte durch Tafeln und Hands-on Exponate eine weitestgehend monologisch angelegte Form der Vermittlung verfolgen, die modernen Science Center auf ein dialogisches Konzept setzen. Informationen gelangen somit nicht mehr einseitig vom Science Center hin zum Besucher, sondern diese vertreten durch ihre Handlungen und Aktivitäten ebenfalls ihre individuellen Standpunkte, Ideen und Erkenntnisse. Der

---

<sup>14</sup> Oppenheimer arbeitete gemeinsam mit seinem Bruder Robert und anderen Wissenschaftlern während des zweiten Weltkrieges an dem Manhattan-Projekt und war somit mitverantwortlich für die Entwicklung der Atom-Bomben, die 1945 in Hiroshima und Nagasaki zum Einsatz kamen. Im Zuge der McCarthy-Affäre wurde ihm und seinem Bruder vorgeworfen, Beziehungen zur kommunistischen Partei zu pflegen. Somit war es Frank Oppenheimer nicht möglich, weiterhin an Universitäten zu arbeiten. Zur Sicherung seines Lebensunterhaltes übernahm er daher Lehrertätigkeiten an Schulen. Fasziniert von der Idee, seine Schüler an physikalischen Experimenten teilhaben zu lassen und sie somit sinnlich physikalische Phänomene erfahren zu lassen, begann er damit, aufwendige Demonstrationsexperimente mit seinen Schülern durchzuführen. Erst ab dem Jahr 1959 konnte er seine akademische Laufbahn an der University of Colorado wieder fortsetzen (FÖRSTER 2005, S. 22)

persönliche Kontakt zwischen den Besuchern ist hierbei Teil der Konzeption. Die jeweiligen Exponate und Experimentierstationen geben Anlass zum Dialog bzw. zur Hilfestellung (FRANTZ-PITTNER, GRABNER & BACHMANN 2011).

### 2.2.2. Science Center in Deutschland

Im Gegensatz zu den USA, in denen sich die Science Center immer weiter verbreiteten und schon längst zu etablierten außerschulischen Lernorten zählten, entstanden im deutschsprachigen Raum die ersten Science Center erst in den 80er Jahren (SCHAPER-RINKEL, GIESECKE & BIEBER 2001). Vergegenwärtigt man sich die heutige Situation der Science Center in Deutschland nur 30 Jahre später, so fällt auf, dass über das gesamte Bundesgebiet verteilt bereits 24 Science Center entstanden sind, die von Besuchern erkundet werden können (Abbildung 3).

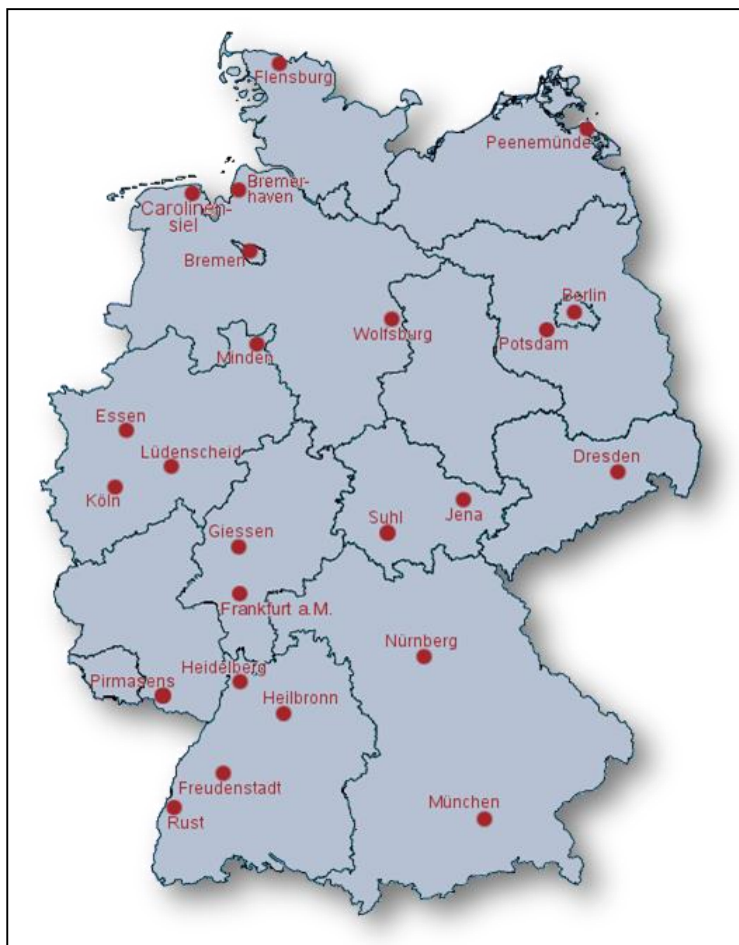


Abbildung 3: Science Center in Deutschland (nach Khalisi, 2012)

Bedeutende Meilensteine für die Entwicklung von Science Centern in Deutschland stellen neben dem Deutschen Museum in München das „Spectrum“ in Berlin und die



„Phänomenta“ in Flensburg dar. Bereits seit 1982 gab es im Museum für Verkehr und Technik (MVT), dem heutigen deutschen Technikmuseum Berlin, große Flächenanteile mit interaktive Experimentierstationen. Bei dem MVT handelt es sich um das Nachfolgemuseum der Urania (REINHARD 2005). Der Erfolg dieser interaktiven Experimentierstationen bzw. Experimentierfelder führte in der Folge dazu, dass nur wenige Jahre später, im Jahr 1990, die Experimentierstationen aus dem MVT ausgegliedert wurden und in einem eigenen Gebäude unter dem eigenen Namen „Spectrum Berlin“ der breiten Öffentlichkeit präsentiert wurden (KONHÄUSER 2004). Das „Spectrum“ zählt nach Bade (2010) als Sonderform der Science Center in Europa, da seine interaktiven Experimente als Experimentierfeld innerhalb eines Technikmuseums dargestellt werden.

Im Jahr 1984 installierte der Flensburger Physik-Professor Lutz Fiesser an der Pädagogischen Hochschule in Flensburg erste interaktive Stationen in den Fluren, Treppenhäusern, dem Außengelände und allen nutzbaren Flächen der Einrichtung. So entstand unter dem Namen „Phänomenta“ ein Experimentierfeld, welches zunächst als Beispiel für ähnliche Aufbauten in allgemeinbildenden Schulen gedacht war (FIESSER 2000). Die große Nachfrage nach den erfahrbaren physikalischen Phänomenen führte in der Folge dazu, dass die Phänomenta Flensburg als erstes Science Center in Deutschland im Jahr 1986 ihre Pforten für die Öffentlichkeit öffnete. In den Anfangsjahren wurden die Experimentierstationen noch innerhalb der Liegenschaften der Pädagogischen Hochschule in Flensburg präsentiert. Als ab dem Jahr 1988 auf Grund der hohen Besucherzahlen und des dadurch nur unter erschwerten Bedingungen durchführbaren Lehrbetriebs der Hochschule die „kritische Masse“ an Besuchern erreicht wurde, zog die Phänomenta im Jahr 1993 in ihr jetziges Gebäude am Nordertor in Flensburg (KIUPEL 1996). Das pädagogische Konzept der Phänomenta überzeugte nicht nur regional. So bildeten sich in den 90er Jahren Ableger der Phänomenta in Bremerhaven, Lüdenscheid und Peenemünde.

Durch den Erfolg der am Markt befindlichen Science Center wuchs die Zahl der Einrichtungen innerhalb der letzten Jahre sprunghaft an. So entstanden bedeutende Science Center wie die Phaeno in Wolfsburg oder das Universum in Bremen, das den letzten Stand der Entwicklung von Science Centern darstellt (REINHARD 2005).

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die im Jahr 2012 vorhandenen Science Center in Deutschland und zeigt neben dem Eröffnungsjahr die jeweiligen Themenschwerpunkte der einzelnen Einrichtung (KHALISI 2012).

<b>Ort</b>	<b>Eröffnung</b>	<b>Themenschwerpunkte</b>
<b>Berlin</b> Spectrum - Science Center Berlin	1990	Mechanik, Optik, Akustik, Elektrizität
<b>Bremen</b> Universum Bremen	2000	Physik, Geologie, Biologie
<b>Bremerhaven</b> Phänomenta Bremerhaven	1996	Natur, Technik, mobiles Planetarium
<b>Carolinsiel</b> Phänomania	2008	Mechanik, Kinematik, Optik, Elektrostatik
<b>Dresden</b> Erlebnisland Mathematik	2008	Mathematik, Physik, Statistik, Geometrie
<b>Essen</b> Phänomania Erfahrungsfeld	1996	Akustik, Optik, Sensorik
<b>Flensburg</b> Phänomenta Flensburg	1986	Mechanik, Optik, Elektrizität
<b>Frankfurt</b> Experimenta Science Center	2011	Mechanik, Technik, Mathematik
<b>Freudenstadt</b> Experimenta Freudenstadt	2005	Mechanik, Optik, Akustik
<b>Giessen</b> Mathematikum	2002	Geometrie, Logik, Physik
<b>Heidelberg</b> Explo Heidelberg	2003	Optik, Medien, Biologie, Genetik
<b>Heilbronn</b> Experimenta Heilbronn	2009	Physik, Umwelt, Kommunikation, Mensch
<b>Jena</b> Imaginata	1999	Mechanik, Optik, Akustik
<b>Köln</b> Cologne Science Center Odysseum	2009	Biologie, Genetik, Ökologie, Robotik, Physik
<b>Lüdenscheid</b> Phänomenta Lüdenscheid	1996	Mechanik, Optik, Akustik, Elektrizität
<b>Minden</b> Terra phänomenalis Pottspark	2005	Mobilität, Hydraulik, Optik
<b>München</b> Deutsches Museum	1903	Sammlung von Originalobjekten, Chemie
<b>Nürnberg</b> Turm der Sinne	2003	Optik, Akustik, Sensorik
<b>Peenemünde</b> Phänomenta Peenemünde	2000	Mechanik, Optik, Akustik
<b>Pirmasens</b> Science Center Dynamikum	2008	Motorik, Physik
<b>Potsdam</b> Exploratorium Potsdam	2006	Mechanik, Hydraulik, Optik, Umwelt
<b>Rust</b> Science House	2007	Biologie, Mensch, Naturphänomene
<b>Suhl</b> Explorata Mitmachwelt	2010	Mechanik, Optik, Akustik
<b>Wolfsburg</b> Phaeno Wolfsburg	2005	Physik, Sensorik, Chemie

Tabelle 5: Übersicht der Science Center in Deutschland (nach Khalisi 2012)

Die über das gesamte Bundesgebiet verteilten Science Center (Abbildung 3) lassen sich in Hinblick auf eine bessere Abgrenzbarkeit und Unterscheidungsmöglichkeit in drei charakteristische Gruppen unterteilen: klassisch, modern, hybride (**SCHAPER-RINKEL, GIESECKE & BIEBER 2001; GEYER 2007**).

#### Klassisch:

Hierbei handelt es sich um die in Deutschland dominierende Form von Science Centern. Sie orientiert sich konzeptionell an dem ersten Science Center, dem Exploratorium in San Francisco, und legt ihr Hauptaugenmerk auf physikalische Experimente bzw. interaktive Experimentierstationen (**BAUMGARTEN 2004; SCHAPER-RINKEL, GIESECKE & BIEBER 2001**).

(Beispielsweise die Phänomenta Flensburg/Lüdenscheid/Bremerhaven/Peenemünde oder die Experimenta in Frankfurt).

#### Modern:

Diese Einrichtungen orientieren sich an der Dramaturgie und an der Inszenierung der Ausstellung. Für diesen Einrichtungstyp charakteristisch ist der hohe Anteil an Multimediaelementen. Science Center Elemente und erlebnisdramaturgische Elemente, Inszenierungen von Wissenschaft und Technik werden hierbei ineinander verwoben. In Deutschland befindet sich diese Form zur Zeit auf dem Vormarsch (**SCHAPER-RINKEL, GIESECKE & BIEBER 2001; BAUMGARTEN 2004**)

(Beispielsweise das Universum in Bremen oder die Phaeno in Wolfsburg).

#### Hybrid:

In sogenannten Hybriden Einrichtungen werden Science Center-Elemente und Konzepte in Form von interaktiven Experimentierstationen in bereits bestehende technik- und wissenschaftsorientierte Museen integriert. Durch die Integration von interaktiven und multimedialen Elementen sollen neue Zielgruppen erreicht werden (**VGL. SCHAPER-RINKEL, GIESECKE & BIEBER 2001**).

(Beispielsweise das Deutsche Museum in München oder das Spectrum in Berlin)

### 2.3. Die Phänomenta Flensburg

Die Anfänge der Phänomenta liegen bereits in den frühen 80er Jahren. Seit dem Jahr 1984 begann der Flensburger Physik-Professor Lutz Fiesser an der Pädagogischen Hochschule in Flensburg mit der Entwicklung und Gestaltung von interaktiven Experimentierstationen sowie deren Weiterentwicklung. Sich in diesem Zusammenhang ergebende Fragen zum Lernen der physikalischen Lehr- und Lerninhalte bildeten einen wichtigen Forschungsschwerpunkt des Instituts für Physik und ihrer Didaktik (FIESSER 1990). Der Anlass für die im Folgenden beschriebene Entwicklung interaktiver Lernfelder war das Scheitern des naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Schule – insbesondere des physikalischen Unterrichts (LOOß 2004). Unter dem Begriff „Phänomenta“, bei dem es sich um ein „Kunstwort, das einerseits das Fundamentale, Grundsätzliche und andererseits das Erfahrbare und Erstaunliche beschreiben will“ (FIESSER 1990) handelt, wurden in der Folge die Experimentierstationen im Freilandlabor des Instituts für Biologie und ihrer Didaktik aufgestellt. Auf Grund der zeitaufwändigen und damit verbundenen kostenintensiven Wartung sowie der durch wiederholten Vandalismus verursachten Schäden an den Exponaten verlagerte man die „Phänomenta“ in die Flure und Innenräume der Pädagogischen Hochschule (KIUPEL 1996). So entwickelte sich in der PH Flensburg ein „Experimentierfeld“, welches anfänglich als beispielgebendes Muster für allgemeinbildende Schulen gedacht war (FIESSER 2000). Nach den Ausführungen von Kiupel (1996) „[...] bestand die Möglichkeit, in einem gewissen Schonraum Erfahrungen mit dem Aufbau einzelner Exponate zu gewinnen und gezielt Besucherbeobachtungen durchzuführen“. So wurde unter anderem im Rahmen von Examensarbeiten und Dissertationen das interaktive Lernen an den Experimentierstationen untersucht. Sonderausstellungen der Phänomenta an verschiedenen Schulen, Universitäten und auf Messen wurden erfolgreich dazu genutzt, die Stationen und dazugehöriges Begleitmaterial zu optimieren (FIESSER 2000). Mit der Zeit entwickelte sich die Phänomenta in Flensburg zu einem beliebten Ausflugsziel für Schulklassen und die Zahl der Besucher stieg stetig an. Auf Grund der guten Resonanz verdoppelte sich bis zum Jahr 1988 die Anzahl der interaktiven Experimentierstationen in den Räumlichkeiten der Hochschule auf nahezu einhundert Exponate (KIUPEL 1996). Neben den daraus resultierenden Platzproblemen führte die positive Berichterstattung in den Medien dazu, dass der Besucherstrom auch weiterhin noch erheblich answoll. Fiesser (2000) merkt in Bezug auf die große Anzahl der

Besucher an, dass „eine kritische Situation entstand“. Die enorme Masse an Besuchern führte dazu, dass der laufende Lehrbetrieb innerhalb der Pädagogischen Hochschule Flensburg zunehmend in erheblichem Maße gestört wurde (KIUPEL 1996). Mit dem Ziel, eigene Räumlichkeiten für die Phänomenta zu finden, wurde im Jahr 1990 der gemeinnützige Verein „Phänomenta e. V.“ gegründet (FIESSER 1990). Durch den anhaltenden Erfolg der Konzeption gelang es dem Verein, die Stadt Flensburg davon zu überzeugen, dass die Phänomenta als öffentliches Science Zentrum eigene Räumlichkeiten benötigte (FIESSER 2000). Förderungen des Landes Schleswig-Holstein und der Stadt Flensburg ermöglichten dem Verein 1993 die Sanierung und den Bezug eines Gebäudekomplexes am Nordertor in Flensburg (KIUPEL 1996; KIUPEL 1999; FIESSER 2000). In den folgenden Jahren wurden in mehreren baulichen Teilschritten sukzessive die Räumlichkeiten an die gestiegenen Raumanforderungen angepasst (Tabelle 6).

---

### Die Entwicklung der Phänomenta in Flensburg

---

<b>16. Juli 1993:</b>	Eröffnung des ersten Bauabschnitts im alten Kaufmannshof am Nordertor. Die durch umfangreiche Sanierungsarbeiten neu entstandene Ausstellungsfläche mit integriertem Werkstattbereich beträgt 470m <sup>2</sup> .
<b>1. Juni 1994:</b>	Feierliche Eröffnung des zweiten Bauabschnittes durch die Ministerpräsidentin des Landes Schleswig-Holstein, Heide Simonis. Durch den Umbau konnten weitere 350m <sup>2</sup> Ausstellungsfläche hinzugewonnen werden.
<b>Dezember 1994:</b>	Eröffnung des zentralen Treppenhauses
<b>1. April 1995:</b>	Eröffnung des „Saal des Lichtes“
<b>6. August 1995:</b>	Fertigstellung des Gesamtgebäudekomplexes am Nordertor mit Eingangsbereich und Cafeteria. Die Gesamtausstellungsfläche der Phänomenta Flensburg beträgt nun 1800m <sup>2</sup> .
<b>2008:</b>	Mit finanzieller Unterstützung durch das Regionalprogramm 2000 Erweiterung der Ausstellungsfläche durch umfangreiche Um- und Anbaumaßnahmen. Die Ausstellungsfläche beträgt nun 2500m <sup>2</sup> .

---

**Tabelle 6:** Entwicklung der Phänomenta (nach Kiupel 1996)

Im Jahr 2001 wurde die Phänomenta Flensburg dem Institut für Physik und ihrer Didaktik der Universität Flensburg angegliedert. Hierdurch ist die enge Verzahnung mit der wissenschaftlichen Bildungsforschung auch für die weitere Zukunft gewährleistet. Außerdem besteht weiterhin für die Studenten der Erziehungswissenschaften an der Universität Flensburg die Möglichkeit neben Examens-, Bachelor- und Masterarbeiten

zu den dargebotenen Lehr- und Lernfeldern der Phänomenta zu lernen, wie Besuche und Sonderausstellungen pädagogisch betreut, konzipiert und organisiert werden (REINHARD 2005). Ferner werden verschiedene Weiterbildungsmaßnahmen für Lehrkräfte angeboten. Im Mittelpunkt steht hierbei unter anderem die konzeptionelle Vermittlung von naturwissenschaftlichen Vorgängen. Auf die Frage nach der Wirksamkeit des Konzepts der Phänomenta merkt Fiesser (2000) an: „Die Phänomenta hat sich als hervorragendes Instrument erwiesen, Erfahrungsdefizite auszugleichen, die schulisches Lernen blockieren. Lehrerinnen und Lehrer haben beobachten können, dass durch das freie und interessengeleitete Experimentieren Kinder den Zugang zu naturwissenschaftlichen Fächern fanden, die vorher nicht zu fruchtbarer Mitarbeit zu bewegen waren“ (FIESSER 2000). So ist es nachvollziehbar, dass der pädagogisch-konzeptionelle Erfolg der Phänomenta auch überregional Beachtung gefunden hat. In der Folge entstanden im Jahr 1996 in Bremerhaven und in Lüdenscheid sowie im Jahr 2000 in Peenemünde wirtschaftlich eigenständige Science Center, die dem Konzept der Phänomenta Flensburg folgen. Die entstandenen „Phänomenten“ verpflichteten sich zu einem weiteren gegenseitigen Austausch von Ideen und Materialien, um dem eigentlichen konzeptionellen Grundgedanken auch in der Zukunft weiter zu folgen (FIESSER 2000).

### 2.3.1. Pädagogisches Konzept / Anliegen

Wie bereits in den vorangegangenen Kapiteln angemerkt, verfolgt die konzeptionelle Ausrichtung der Phänomenta von Professor Fiesser den von Hugo Kükelhaus vertretenen „genetischen Ansatz“. Dieser geht „von der Notwendigkeit einer nachgeburtlichen Entwicklung der Sinne“ (FIESSER 2001) aus. Die Entwicklung der in der heutigen Zeit im direkten Lebensbereich immer weiter verkümmerten Sinne muss daher nach Kükelhaus durch Erfahrungsfelder erfolgen. Fiesser (2001) merkt hierzu an: „[...] wenn das Kind nicht zu Tast-, Riech-, Seh-, Schmeck- und Hörerlebnissen angeleitet wird, verkümmert es“. Ein erklärtes Ziel ist es daher „[...] durch die unmittelbare Erfahrung an den Stationen einer Verkümmerng der menschlichen Wahrnehmungsfähigkeit entgegenzuwirken und die Entwicklung kreativen und rationalen Denkens zu unterstützen“ (FIESSER 1996). Fiessers Auffassung nach können sich Kinder ihre Welt durch eine direkte sinnliche Beschäftigung aneignen. Hierfür

eignet sich insbesondere das spielerische Lernen. Die Entwicklung und Präsentation von interaktiven Experimentierstationen, die dem spielerischen Erkunden und somit dem spielerisch erworbenen Erkenntnisgewinn von naturwissenschaftlichen Inhalten dienen, ist das Anliegen der Phänomenta. Hierbei verfolgt die Phänomenta im Gegensatz zu anderen modernen Einrichtungen ein eher „puristisch“ ausgelegtes Ausstellungskonzept (SCHAPER-RINKEL, GIESECKE & BIEBER 2001). So wird bei den einzelnen Experimentierstationen weitestgehend auf schriftliche Erläuterungen oder dramaturgische Inszenierungen verzichtet. Vielmehr finden sich an den Stationen Beschilderungen mit aufforderndem Charakter. Ferner wird auf eine systematische Anordnung der Stationen verzichtet. Es gibt somit keine festgelegten Laufwege, denen die Besucher folgen müssen. Das einzelne Experiment / Exponat steht mit in direkter Eindeutigkeit und Klarheit im Mittelpunkt der Betrachtung. Autoren wie Schaper-Rinkel, Giesecke & Biber (2001) bezeichnen dies als „Selbstevidenz“ der Experimente. Folgt man den umfangreichen Ausführungen von Kiupel (2001), so hat die Phänomenta nicht das Ziel, Belehrungen durchzuführen oder gar Informationen zu einem klar definierten Thema darzulegen. Vielmehr soll der Besucher durch den Kontakt mit den dargestellten interaktiven Experimentierstationen zum selbstständigen Denken angeregt werden. Die Experimentierstationen bieten den Besuchern hierbei oftmals Optionen, beim Experimentieren Veränderungen vorzunehmen und somit Handlungsalternativen zu entwickeln. Auf diese Weise können (physikalische) Zusammenhänge näher untersucht und eigene Überlegungen überprüft werden. Der Besucher kann während der Begegnung mit den interaktiven Experimentierstationen in einen durch seine Vorkenntnisse geleiteten „individuellen Forschungsprozess eintreten“ und hierdurch zu einem Erkenntnisgewinn gelangen (KIUPEL 2001). Im Gegensatz zu anderen Einrichtungen verzichtet die Phänomenta bewusst auf einen festgelegten Weg durch die Ausstellungsräume. Der Besucher soll allein interessengeleitet seinem Inneren folgen und intrinsisch motiviert seine Auswahl an Stationen vornehmen, an denen dann die Interaktion erfolgt. Durch die vielfältigen Wechsellmöglichkeiten zwischen den Exponaten und den Räumen eignet sich die Phänomenta für Untersuchungen von „free-choice“ Lernen.

Die Konkretisierung des der Phänomenta zu Grunde liegenden Konzepts findet sich in der Satzung des Trägervereins wieder. So sind im §2 folgende Ziele für die Phänomenta verbindlich festgeschrieben<sup>15</sup>:

*„Der Verein dient der Förderung und Verbreitung europäischer Kultur mit einem besonderen Schwerpunkt bei Naturwissenschaft und Technik. Der Verein ist international tätig. Insbesondere wird ein auf wissenschaftlicher Grundlage konzipiertes Erfahrungsfeld mit dem Namen „Phänomenta“ betrieben, dem insbesondere folgende Aufgaben obliegen:*

- a. Die Entwicklung von Stationen, die Menschen durch sinnliche Wahrnehmung grundlegende Erfahrungen ermöglichen und damit eine Basis für Rationalität und Kreativität bilden.*
- b. Qualifizierung von Menschen durch Förderung von Kooperationsfähigkeit, Einsatzbereitschaft und sozialer Kompetenz.*
- c. Bereitstellung von Bildungsangeboten, die Forschungsdrang, Wissen um zukunftsweisende Technologien und problemlösendes Verhalten fördern.*

*Der Verein arbeitet eng mit der Universität Flensburg zusammen. Im Rahmen dessen steht der Universität das Erfahrungsfeld Phänomenta als Forschungs- und Praxisfeld zur Verfügung, wozu auch seine gemeinsame Weiterentwicklung gehört und die Ausarbeitung didaktischer Konzepte zum Verständnis von Gesetzmäßigkeiten naturwissenschaftlicher Phänomene. Mitglieder der Universität haben die Möglichkeit, das Erfahrungsfeld „Phänomenta“ zur Erprobung dieser Konzepte und für wissenschaftliche Arbeiten zu nutzen. Es bietet auch Studierenden Gelegenheit dort Praktika im Rahmen studienbegleitender Leistungen zu absolvieren und die im Studium erworbenen Kenntnisse praktisch umzusetzen. Der Verein unterstützt die Weiterbildungsmaßnahmen der Universität.“*

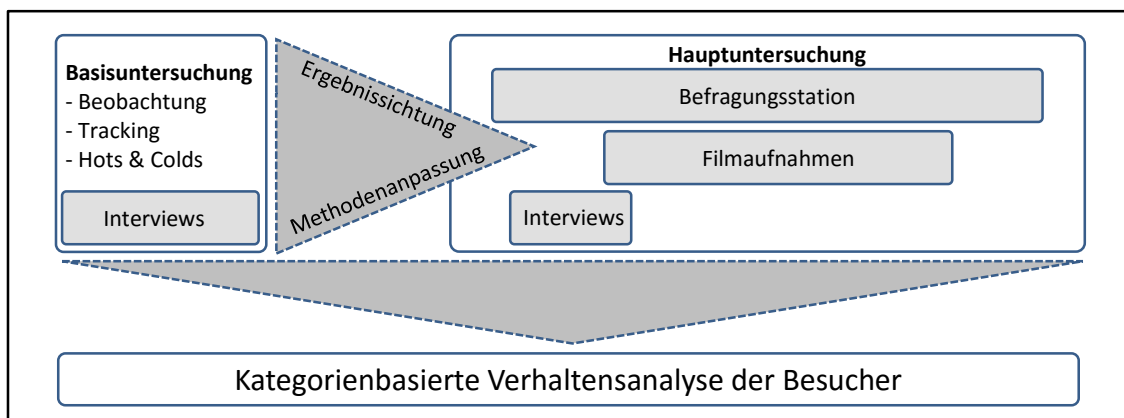
---

<sup>15</sup> Quelle: Satzung der Phänomenta e. V. (Stand 15.07.2012)



### 3. Methoden

Die vorliegende Arbeit zur kategoriengeleiteten Videovergleichsanalyse des Experimentierverhaltens von Besuchern der Phänomenta Flensburg ist in mehrere Teilschritte aufgeteilt (Abbildung 4). Alle gewonnenen Ergebnisse basieren auf durch den Verfasser und Steuer (2015) im Rahmen ihrer Arbeiten konzipierten und durchgeführten bzw. unter ihrer Anleitung und Kontrolle erfolgten Beobachtungen und Befragungen durch Studierende der Universität Flensburg.



**Abbildung 4: Aufbau der Studie**

Der gesamte Prozess von der Erstbeobachtung im Rahmen von notwendigen Basisuntersuchungen in der Phänomenta Flensburg und dem Multimar Wattforum in Tönning mit der Entwicklung sowie dem Test von Beobachtungsstrategien und der Erstellung von geeigneten Beobachtungs-Protokollen und Befragungsbögen über die Entwicklung einer rechnergestützten Befragungsstation, der Durchführung von Filmaufnahmen und deren digitaler Weiterverarbeitung bis hin zu der kategorienbasierten Verhaltensanalyse der Besucher nahm etwa drei Jahre in Anspruch und wurde durch mehrere Lehrveranstaltungen sowie durch Bachelor- bzw. Masterabschlussarbeiten der Universität Flensburg unterstützend begleitet. Der Untersuchungszeitraum lag hierbei von April 2009 bis Juni 2011. Neben der Entwicklung und Nachsteuerung von in der Literatur bereits beschriebenen erfolgreich nutzbaren Messinstrumenten galt es vor allem, den spezifischen Gegebenheiten der jeweils zu untersuchenden Einrichtung gerecht zu werden. Dies erfolgte insbesondere durch die von Steuer (2015) und den Verfasser vorgenommene Anpassung der auf Barriault (1999) basierenden Interaktionskategorien.

Mitte des Jahres 2009 begannen Steuer (2015) und Wulf mit der Katalogisierung und der Bestandsaufnahme aller interaktiven Experimentierstationen in der Phänomenta

Flensburg. Neben der rein zahlenmäßigen Erfassung der Exponate wurden deren naturwissenschaftliche Disziplin, die betroffenen Sinne, die zum Experimentieren notwendige Sozialform sowie Durchführungsmerkmale und weitere Interaktionsdaten erfasst und dokumentiert. Zusätzlich wurde eine Einteilung hinsichtlich des Schwierigkeitsgrades des Exponats vorgenommen. Somit wurde für jedes einzelne Exponat der Phänomenta ein eigener normierter Steckbrief erstellt. Beispiele aus dem Exponatskatalog finden sich im Anhang dieser Arbeit.

Im Zuge der Katalogisierung wurden die Exponate mit einem einmaligen individuellen Zahlencode versehen. Mit dem erstellten Code war es möglich, mit einem Blick eine direkte Raumzuordnung vorzunehmen. Gerade vor dem Hintergrund der darauf folgenden Beobachtungen von Besuchern musste sichergestellt werden, dass es zu keinem Zeitpunkt zu Verwechslungen von Exponaten bei den zu protokollierenden Besucherinteraktionen kommen konnte. Außerdem war es von essenzieller Bedeutung, dass das jeweils am Exponat beobachtete Besucherverhalten im Fokus des Beobachtenden stand und nicht unnötig viel Zeit und Aufmerksamkeit durch die Schaffung von eigenen Kürzeln oder von Namenskreationen verloren ging. In Hinblick auf die durchzuführenden Beobachtungen sei angemerkt, dass erst umfangreiche Einweisungsarbeiten notwendig waren, bevor alle im weiteren Verlauf eingesetzten Personen valide Dokumentationsergebnisse erzeugten. Bevor diese Personen als Beobachter für die vorliegende Untersuchung eingesetzt werden konnten, mussten sie bei Vorabtests im Vergleich mit dem Einweiserteam (Steuer, Wulf und Clausen) und anderen Beobachtern eine Übereinstimmung von wenigstens 80 Prozent erreichen. Dieser Wert orientiert sich an den Vorgaben (siehe Kapitel 3.8.) durch die Cohens-Kappa-Skala (**WIRTZ UND CASPAR 2002; DEUTSCHES ÄRZTEBLATT 2011**).

Die Aufgabe der Beobachter bestand hierbei in der Zeitnahme, der Dokumentation der genutzten Exponate sowie der Angabe der am Exponat vorgenommenen Tätigkeit an Hand eines kategoriengeleiteten Bewertungsschemas. Außerdem erfolgte durch die Beobachter im Anschluss an die Beobachtung eine durch Fragebögen geleitete standardisierte Befragung des jeweils beobachteten Besuchers. Die hierfür verwendeten Beobachtungsprotokolle und Fragebögen wurden im Rahmen von Kursen an der Universität Flensburg auf ihre Einsetzbarkeit hin überprüft und optimiert. Im Anschluss an die durchgeführten Basisuntersuchungen folgte die Hauptuntersuchung. Diese Untersuchung verfolgte zwei Fragestränge. Zum Einen sollten Informationen über die Besucher der Phänomenta und deren Bezug zu den

Naturwissenschaften gewonnen werden. Hierfür wurde eine rechnergestützte Befragungsstation entwickelt, die über einen Zeitraum von 15 Monaten Daten der Besucher sammelte (siehe Kapitel 3.1).

Zum Anderen sollten Verhaltensmuster der Besucher, die sich während der Basisuntersuchung zeigten, näher beleuchtet und untersucht werden. Ein besonderes Augenmerk innerhalb dieses Untersuchungsstranges liegt auf der am 25. Juni 2010 in den Räumlichkeiten der Phänomenta eröffneten Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“.

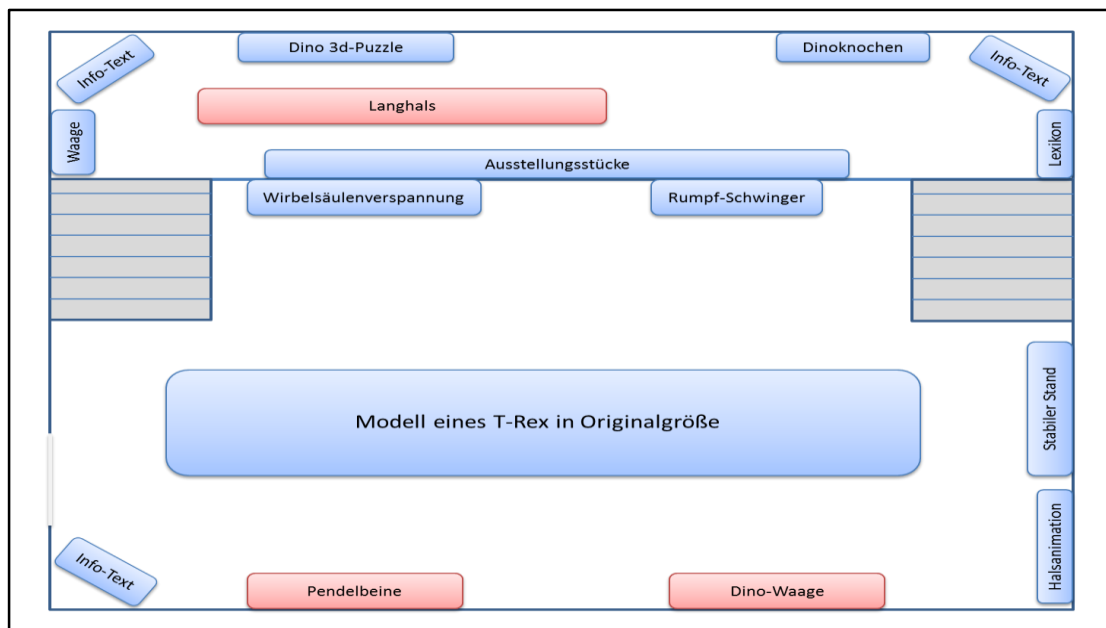


Abbildung 5: Ausstellungsübersicht - Physik der Dinosaurier

Die von Professor Dr. Christian vom Institut für Biologie und Sachunterricht und ihre Didaktik an der Universität Flensburg und Dr. Michael Kiupel vom Institut für Physik und Chemie der Universität Flensburg konzipierte Ausstellung umfasste insgesamt 15 Exponate aus dem Themengebiet der Paläontologie. Hierbei stand insbesondere die didaktische Darstellung von in der Natur vorkommenden physikalischen Phänomenen im Vordergrund. Auf Grund der umfangreichen Vorarbeiten, der durchgeführten Beobachtungen und der dadurch bestimmbareren Präferenzstruktur der Besucher wurden innerhalb der Dinosaurierausstellung drei interaktive Exponate für eine nähere Betrachtung der Ausstellungsbesucher ausgewählt (siehe Kapitel 3.5). Mit Hilfe mehrerer installierter Videokameras wurden die Besucher beim Experimentieren mit den interaktiven Befragungsstationen dieser Ausstellung aufgezeichnet und anschließend bei der Analyse an Hand eines Kategoriensystems bewertet.

### 3.1. Datenbefragungsstation

Bei der entwickelten Datenbefragungsstation handelt es sich um ein in seinem Erscheinungsbild dem allgemeinen Ausstellungsdesign der Phänomanta angepasstes Ausstellungsstück, das im Eingangsbereich der Phänomanta unweit des Kassentresens positioniert wurde. Das System besteht aus einem Dell-Computer, auf dem als Betriebssystem Windows XP in der Professional Edition installiert ist, und einem 15 Zoll Flachbildschirm. Ferner sind eine umgebaute Tastatur und eine Computermaus angeschlossen. Die Größe des Arbeitsspeichers beträgt 2 GB. Dank der USB-WLAN Komponente AVM Fritz!WLAN USB Stick N verfügt das System über einen Zugang zum hauseigenen Netzwerk. Ein Umbau der Tastatur wurde notwendig, da es bei den Vorabtests vermehrt zu „Sabotageakten“ kam und Besucher über bekannte

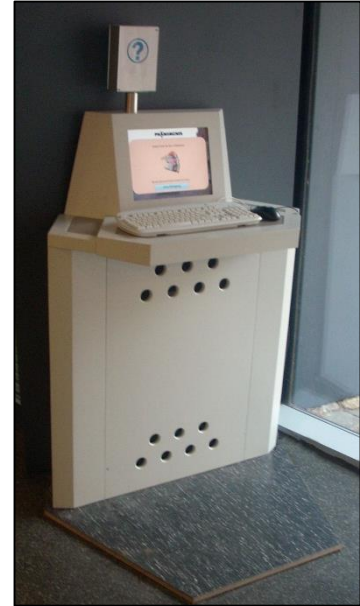


Abbildung 6: Befragungsstation

Tastenkombinationen die Befragungssoftware „eQuestionnaire“ verließen, um die Windowsoberfläche zu erreichen. Dort angelangt, wurde versucht, die Befragungsstation als Internetterminal zweckzuentfremden. Um einen weiteren Missbrauch der Station für die Zukunft auszuschließen, wurden die Funktionstasten deaktiviert. Hierzu wurden die Kontakte der Funktionstasten auf der Tastaturplatine mit nicht leitendem Isolierband überklebt. Bei der als Befragungssystem eingesetzten Software „eQuestionnaire“ handelt es sich um eine Eigenentwicklung des Verfassers (siehe Kapitel 3.7.4.).

An der Befragungsstation werden Besucher gebeten, auf freiwilliger Basis einige Fragen zu ihrer Person, ihrem Phänomentabesuch sowie zu ihrer Einstellung zu den Naturwissenschaften zu beantworten. Durchschnittlich werden für die Beantwortung aller 33 Fragen etwa 2:30 Minuten benötigt. Da bei der Untersuchung des gewonnenen Datenmaterials leichte „Ermüdungserscheinungen“ mit steigender Fragenzahl beobachtet werden konnten, war es wichtig, die Besucher zu jedem Zeitpunkt der Befragung erkennen zu lassen, wie lange die Befragung noch dauern wird. Dies wurde durch die permanente Darstellung eines Fortschrittbalkens / Progressbars realisiert. Die in der Station abgefragten Items entsprechen denen, die im Verlauf der Vorbefragungen bereits entworfen und getestet wurden (Tabelle 7).

Nr.	Frage
1.	Wie lautet die Postleitzahl Ihres Wohnortes?
2.	Wie alt sind Sie?
3.	Wie oft waren sie bereits in der Phänomena? [A] das erste Mal [B] 2 mal [C] 3 mal [D] mehr als 3 mal
4.	Ihr Geschlecht? [A] weiblich [B] männlich
5.	Wodurch sind Sie auf die Phänomena aufmerksam geworden? [A] Freunde / Bekannte [B] Flyer / Handzettel [C] Internet [D] Reiseführer [E] Zeitung [F] Sonstiges
6.	Besuchen Sie die Phänomena in einer Gruppe? [A] ja, ich bin mit einer Gruppe hier [B] nein, ich bin alleine hier
7.	Ich interessiere mich für Naturwissenschaften im Allgemeinen. [A] stimme voll zu [B] stimme zu [C] stimme eher nicht zu [D] stimme nicht zu
8.	Das Schulfach Physik finde ich interessant. [A] stimme voll zu [B] stimme zu [C] stimme eher nicht zu [D] stimme nicht zu
9.	Das Schulfach Biologie finde ich interessant. [A] stimme voll zu [B] stimme zu [C] stimme eher nicht zu [D] stimme nicht zu
10.	Das Schulfach Chemie finde ich interessant. [A] stimme voll zu [B] stimme zu [C] stimme eher nicht zu [D] stimme nicht zu
11.	Der Phänomentabesuch war langweilig. [A] stimme voll zu [B] stimme zu [C] stimme eher nicht zu [D] stimme nicht zu
12.	Ich habe viel an den Stationen experimentiert. [A] stimme voll zu [B] stimme zu [C] stimme eher nicht zu [D] stimme nicht zu
13.	Mir haben Erklärungen zu den jeweiligen Phänomenen gefehlt. [A] stimme voll zu [B] stimme zu [C] stimme eher nicht zu [D] stimme nicht zu
14.	Die Experimente waren lehrreich. [A] stimme voll zu [B] stimme zu [C] stimme eher nicht zu [D] stimme nicht zu
15.	Die Experimente waren größtenteils zu kompliziert. [A] stimme voll zu [B] stimme zu [C] stimme eher nicht zu [D] stimme nicht zu
16.	Durch meine eigenen Schulerfahrungen sind Naturwissenschaften eher negativ belastet. [A] stimme voll zu [B] stimme zu [C] stimme eher nicht zu [D] stimme nicht zu
17.	Durch den Phänomentabesuch habe ich viel dazugelernt. [A] stimme voll zu [B] stimme zu [C] stimme eher nicht zu [D] stimme nicht zu
18.	Der Besuch der Phänomena war lohnenswert. [A] stimme voll zu [B] stimme zu [C] stimme eher nicht zu [D] stimme nicht zu
19.	Ich kann die Phänomena weiterempfehlen. [A] stimme voll zu [B] stimme zu [C] stimme eher nicht zu [D] stimme nicht zu

<b>20.</b>	Durch den Besuch der Phänomenta sind mir die Naturwissenschaften näher gebracht worden. [A] stimme voll zu [C] stimme eher nicht zu	[B] stimme zu [D] stimme nicht zu	
<b>21.</b>	Schwierige und komplizierte Sachverhalte sind in der Phänomenta einfach und selbsterklärend dargestellt. [A] stimme voll zu [C] stimme eher nicht zu	[B] stimme zu [D] stimme nicht zu	
<b>22.</b>	Ich lese gerne über Naturwissenschaften. [A] stimme voll zu [C] stimme eher nicht zu	[B] stimme zu [D] stimme nicht zu	
<b>23.</b>	Physik ist/war eines meiner Lieblingsfächer in der Schule. [A] stimme voll zu [C] stimme eher nicht zu	[B] stimme zu [D] stimme nicht zu	
<b>24.</b>	Biologie ist/war eines meiner Lieblingsfächer in der Schule. [A] stimme voll zu [C] stimme eher nicht zu	[B] stimme zu [D] stimme nicht zu	
<b>25.</b>	Chemie ist/war eines meiner Lieblingsfächer in der Schule. [A] stimme voll zu [C] stimme eher nicht zu	[B] stimme zu [D] stimme nicht zu	
<b>26.</b>	Insgesamt würde ich der Phänomenta folgende Schulnote geben (1 – 6): [A] sehr gut (Note 1) (Note 3)	[B] gut (Note 2)	[C] befriedigend
<b>27.</b>	Welchen Beruf üben Sie aus bzw. haben Sie erlernt?		
<b>28.</b>	Welchen Schulabschluss haben Sie bzw. streben Sie an? [A] keinen [C] Realschulabschluss [E] Abitur [G] Hochschulstudium		
<b>29.</b>	Wie lange hat Ihr Phänomentabesuch gedauert?		
<b>30.</b>	An welche Station können Sie sich besonders gut erinnern?		
<b>31.</b>	Darf ich Sie in ungefähr 3 Monaten noch einmal kontaktieren und einige kurze Fragen zu meiner Untersuchung stellen? <i>Selbstverständlich werden alle Informationen direkt im Anschluss an die Untersuchung unwiederbringlich vernichtet. Ferner garantiere ich, dass keine weiteren Personen außerhalb unserer Forschungsgruppe Zugriff auf Ihre Daten bekommen.</i>		
<b>32.</b>	Wenn Sie mit der Kontaktaufnahme einverstanden sind, wie darf ich Sie kontaktieren?		
<b>33.</b>	Kontaktdaten?		

**Tabelle 7: Fragenkatalog der Befragungsstation**

Die über den gesamten Tag eingegebenen Daten der Besucher wurden am Ende des jeweiligen Tages nach dem Schließen der Phänomenta als Datenbank per Email übermittelt und anschließend auf mögliche Fehler in ihrer Struktur untersucht. Um in den Datensätzen mögliche Verfälschungen durch Falscheingaben identifizieren zu können, wurden in den Fragenkatalog Kontrollfragen mit eingebunden. Zusätzlich zu den Antwortdaten der Frage-Items wurden die Zeiten protokolliert, die die Besucher für die Beantwortung der jeweiligen Fragen benötigten. Außerdem wurden Kriterien festgelegt, nach denen die Freitext-Antworten auf ihren Sinn hin überprüft werden konnten (siehe Kontrollfragenstruktur und Bedingungen).

## Kontrollfragenstruktur und Bedingungen

<b>Item</b>	<u>Frage 8:</u> Das Schulfach Physik finde ich interessant	<u>Frage 23:</u> Physik ist/war eines meiner Lieblingsfächer in der Schule
<b>Bedingung</b>	Antwort=A ↔ Antwort=A Antwort=B ↔ Antwort=B Antwort=C ↔ Antwort=C Antwort=D ↔ Antwort=D	

<b>Item</b>	<u>Frage 9:</u> Das Schulfach Biologie finde ich interessant	<u>Frage 24:</u> Biologie ist/war eines meiner Lieblingsfächer in der Schule
<b>Bedingung</b>	Antwort=A ↔ Antwort=A Antwort=B ↔ Antwort=B Antwort=C ↔ Antwort=C Antwort=D ↔ Antwort=D	

<b>Item</b>	<u>Frage 10:</u> Das Schulfach Chemie finde ich interessant	<u>Frage 25:</u> Chemie ist/war eines meiner Lieblingsfächer in der Schule
<b>Bedingung</b>	Antwort=A ↔ Antwort=A Antwort=B ↔ Antwort=B Antwort=C ↔ Antwort=C Antwort=D ↔ Antwort=D	

<b>Item</b>	<u>Frage 15:</u> Die Experimente waren größtenteils zu kompliziert.	<u>Frage 23:</u> Schwierige und komplizierte Sachverhalte sind in der Phänomenta einfach und selbsterklärend dargestellt.
<b>Bedingung</b>	Antwort=A ↔ Antwort=D Antwort=B ↔ Antwort=C Antwort=C ↔ Antwort=B Antwort=D ↔ Antwort=A	

<b>Item</b>	<u>Frage 18:</u> Der Besuch der Phänomenta war lohnenswert.	<u>Frage 19:</u> Ich kann die Phänomenta weiter empfehlen.
<b>Bedingung</b>	Antwort=A ↔ Antwort=A Antwort=B ↔ Antwort=B Antwort=C ↔ Antwort=C Antwort=D ↔ Antwort=D	

<b>Item</b>	<u>Frage7:</u> Ich interessiere mich für Naturwissenschaften im	<u>Frage 22:</u> Ich lese gerne über Naturwissenschaften.
<b>Bedingung</b>	Antwort=A ↔ Antwort=A Antwort=B ↔ Antwort=B Antwort=C ↔ Antwort=C Antwort=D ↔ Antwort=D	

Item	Frage11: Der Phänomentabesuch war langweilig.	Frage 18: Der Phänomentabesuch war lohnenswert.
<b>Bedingung</b>	Antwort=A	Antwort=D
	Antwort=B	Antwort=C
	Antwort=C	Antwort=B
	Antwort=D	Antwort=A

### Weitere Bedingungen

Item	Kriterium
<b>Befragungsdauer</b>	Unterhalb von 3 Minuten und 45 Sekunden.
<b>Zeitdauer je Frage</b>	Mindestens 1 Sekunde.
<b>Postleitzahl</b>	Postleitzahl besteht aus 5 Ziffern.
<b>Beruf/Berufswunsch</b>	Berufe haben keinen sexuellen Hintergrund.
<b>Beruf/Berufswunsch</b>	Berufe befinden sich in der Datenbank der Arbeitsagentur.
<b>Besuchszeit</b>	Zeiten von 12 Stunden und mehr werden gestrichen.
<b>Besuchszeit</b>	Zeiten unterhalb von 5 Minuten werden gestrichen.
<b>Alter</b>	Das Alter liegt zwischen 6 und 98 Jahren.
<b>Kontaktdaten</b>	Fantasieadressen werden entfernt.
<b>Kontaktdaten</b>	E-Mail-Adressen mit unechten Domainnamen werden entfernt.
<b>Erinnerte Stationen</b>	Station(en) müssen sich tatsächlich in den Räumlichkeiten der Phänomenta Flensburg befinden.
<b>Alle</b>	Unsinnige Zeichenfolgen werden ersatzlos entfernt.
<b>Alle</b>	Beschimpfungen werden ersatzlos entfernt.
<b>Alle</b>	Kraftausdrücke werden ersatzlos entfernt.
<b>Alle</b>	Sämtliche Items eines Formattyps mit gleichen Ausprägungen (Werten) werden entfernt.

**Tabelle 8: Weitere Bedingungen zur Elimination unwahrer Datensätze**

Alle vorliegenden Bedingungen wurden mit Hilfe der vom Verfasser selbst entworfenen Software „DatenInspektor“ (siehe Kapitel 3.7.5.) per SQL<sup>16</sup>-Bedingungen auf der Gesamtdatenbank angewendet und für eine weitere Verwendung in die Tabellenkalkulationssoftware Microsoft Excel 2010 (siehe Kapitel 3.7.2.) exportiert. In

<sup>16</sup> SQL: **Structured Query Language**. Es handelt sich hierbei um eine Datenbanksprache zur Definition von Datenstrukturen in relationalen Datenbanken sowie zum Bearbeiten und Abfragen von darauf basierenden Datenbeständen.



Excel 2010 erfolgte die weitere Analyse der Daten sowie die grafische Darstellung von Ergebnissen.

### 3.2. Tracking

Mit „Tracking“ wird die Intensivbeobachtung von einzelnen Besuchern über die gesamte Dauer ihres Aufenthaltes im Museum bzw. Science Center bezeichnet.

Hierbei wird der Besucher vom Betreten bis hin zum Verlassen der Ausstellung von Beobachtern unauffällig verfolgt und seine Tätigkeiten im zeitlichen Verlauf auf einem Protokollbogen dokumentiert. Die Entwicklung der Protokollbögen (Abbildung 7) erfolgte hierbei im Mai 2009. Diese wurden im Rahmen von Lehrveranstaltungen auf ihre Praxistauglichkeit hin getestet und im weiteren Verlauf den Erfordernissen angepasst. Auf die in anderen Einrichtungen zum Tracking genutzten Raumskizzen auf den Protokollbögen wurde bewusst verzichtet, da auf Grund der vielen Räume in der Phänomenta der

Beobachter: Tina K...

**Beobachtungsbogen Phänomenta**

Datum: 13.7.09 Wochentag: MO Wetter: S (HbW) (TB) R T= 20°  
 Anzahl Pers. im Haus: ca. 150 Beobachtungszeitraum: von 15:28 bis 18:00  
 Geschlecht:  m Altersgruppe: ca. weitere Gruppenmitglieder: 2  
 Allgemeine Bemerkungen: viele Fotos

Raum Exponat	Anzahl Pers. am Exponat	Uhrzeit	Verweildauer (sec)	Beschäftigung	Bemerkung
1501 AL/SS	2	16:35	91	2	
1502 AL/KA	3	16:36	78	2	
1503 AL/SR	2	16:38	30	2	
1504 AL/KB	2	16:40	48	2	
1510 AL/SF	2	16:41	18	1	
1511 AL/RQ	2	16:42	12	1	
1505 AL/HM	2	16:42	171	3	
1505 AL/Sym	3	16:47	114	2	
1503 AL/GU	3	16:49	45	1	
1506 AL/VS	3	16:50	206	2	
1604 MZ/ET	3	16:54	19	1	
1620 MZ/WB	3	16:55	264	3	
1606 MZ/GK	3	17:00	62	2	
1611 MZ/GS	3	17:01	39	1	
1622 MZ/LA	1	17:02	20	1	
1621 MZ/T	2	17:07	42	1	
1617 MZ/K	2	17:08	31	1	
1618 MZ/RP	2	17:09	70	2	
1619 MZ/SW	2	17:11	83	3	

Abbildung 7: Protokollbogen Tracking

Beobachter hierzu einen Stapel an Papieren hätte herumtragen müssen. Dies hätte gerade in den kleineren Räumen der Phänomenta dazu geführt, dass die beobachtete Person etwas von der Beobachtung mitbekommt und es hierdurch u. U. zu Verhaltensänderungen beim Experimentieren kommt. Daher wurde für die Beobachtung innerhalb dieser Untersuchung ein Weg gewählt, der als puristischer „Papiereinsatz“ bezeichnet werden kann. Statt auf Zeichnungen zu setzen, wurden die Beobachter gezielt und umfassend auf die Exponate in ihren jeweiligen Räumen eingewiesen. Somit konnten unauffällig Aufzeichnungen auf kleinen Beobachtungsprotokollbögen durchgeführt werden. Als besonders effektiv hat sich bei den Beobachtungen in diesem Zusammenhang ein Beobachterteam in der Stärke von

zwei Personen herausgestellt. Das Beobacherteam fungiert hierbei während der gesamten Beobachtung selbst als Besucherpaar und wird von der zu beobachtenden Person i. d. R. nicht als Beobachter wahrgenommen. Bei Beobachtungen durch Einzelpersonen kam es hingegen mehrmals zu Entdeckungen durch die beobachteten Personen. Dies führte dann jeweils zum Abbruch der Beobachtung, da eine hieraus resultierende Verhaltensänderung nicht ausgeschlossen werden konnte.

Um subjektive Bewertungseinflüsse seitens der Untersucher auszuschließen, wurden die zum Tracking ausgewählten Ausstellungsbesucher mittels im Vorwege klar definierter Auswahlkriterien bestimmt. So wurde u. a. bewusst nicht berücksichtigt, ob es sich bei dem selektierten Besucher um einen Einzelbesucher oder um einen Besucher als Teil einer Besuchergruppe handelt. Vorangegangene Beobachtungen zeigten ein hohes Maß an Instabilität der Gruppen in ihrer Zusammensetzung zwischen den jeweiligen Interaktionen an den einzelnen Experimentierstationen. Somit kann nicht in jedem Fall von einer identischen Gruppenkonstellation während der Interaktion an jedem Exponat während des gesamten Ausstellungsbesuchs ausgegangen werden. Daher wurde jeweils der fünfte Besucher, der die Phänomenta Flensburg durch die Eingangstür betrat und hierbei eine gut sichtbare Fliesenreihe übertreten hatte, zur Beobachtung ausgewählt. Um eine nähere Betrachtung des zeitlichen Verlaufs des Phänomentabesuchs vornehmen zu können, wurde gemessen an der Gesamtheit der individuellen erfassten Interaktionen der Besuch in jeweils in drei gleiche Teile aufgeteilt.

### 3.2.1. Wegenetzanalyse

Die Daten für die Wegenetzanalyse stammen aus den Aufzeichnungen der Tracking-Protokollbögen. Hierbei wurde insbesondere untersucht, in welchen Räumen sich die Besucher tatsächlich mit den interaktiven Exponaten auseinandersetzen und welche Wege innerhalb des Gebäudes sie hierbei zurücklegten. Bei der Darstellung der Verlaufswege auf der Grundrisszeichnung der Phänomenta wurden auf Grund der besseren Lesbarkeit nur diejenigen Bewegungsachsen dargestellt, deren Nutzung mindestens 25% der Besucher entsprach. Da die Phänomenta Flensburg konzeptionell keinen festen Besucherweg vorsieht und deshalb bewusst auf Hinweise und Beschilderungen verzichtet, ist die Bewegungsrichtung hierbei als rein

personenabhängig zu betrachten. Um eine Vergleichbarkeit innerhalb der jeweiligen Besuchergruppierungen herzustellen, wurde der Gesamtdatenpool (n=83) nach Alter und Geschlecht der Besucher aufgeteilt und dargestellt. Neben den eigentlichen Bewegungsachsen sind die Experimentierdauer pro Raum und die Zahl der Nutzer von Exponaten in den jeweiligen Räumlichkeiten in den Grafiken darstellt.

### 3.2.2. Raumnutzungsanalyse

Die Raumnutzungsanalyse zeigt die nach Alter und Geschlecht aufgeteilten zeitlich erfassten Raumnutzungen der Besucher. Gezählt wurde hierbei nur die Zeit, die der Besucher in Interaktion mit den im jeweiligen Raum befindlichen interaktiven Experimentierstationen verbracht hat (vgl. **DIAMOND / LUKE / UTTAL 2009; SERREL & ASSOCIATES 2009**). Für die Analyse der Zeiten wurde auf das während des Besucher-Trackings gewonnene Datenmaterial (n=83) zurückgegriffen. Um die Daten in Bezug auf die Stichprobengröße der jeweiligen Clustergruppe vergleichbar zu machen, wurden mit Hilfe eines vom Verfasser selbst geschriebenen Zufallsgenerators jeweils Daten mit einer Stichprobengröße von n=20 Datensätzen ausgewählt. Wegen der Gefahr, bei geringeren Stichprobengrößen zu sehr durch extreme Werte einzelner beeinflusst zu werden, wird bei der Betrachtung der Interaktionszeiten statt des Mittelwertes ausschließlich der Median verwendet (siehe Kapitel 3.8.).

### 3.2.3. Analyse von Raum / Zeit / Interaktionsdauer

Die Analyse bezieht sich hierbei auf die Ebene der Nutzung von Einzelexponaten innerhalb eines Raumes. Sie untersucht dabei die Dauer der jeweiligen Interaktion der Besucher am Exponat und stellt diese im direkten Vergleich zu den weiteren Exponaten im Raum dar. Ferner wird untersucht, welche Exponate die Besucher überhaupt zu einer Interaktion bewegen konnten. Die aus dem Datenpool des Trackings gewonnenen Informationen werden getrennt nach Alter und Geschlecht darstellt. Die Experimentierdauer wird hierbei zur Hervorhebung der Wertigkeit gedrittelt und jedes Drittel in entsprechenden Farbtönen dargestellt.

### 3.2.4. Hots & Colds

Hierbei handelt es sich um eine Klassifizierung von Exponaten in der Phänomena Flensburg nach deren Beliebtheit bei den Besuchern. Diejenigen Exponate, die eine besonders hohe Zustimmung bei den Besuchern fanden und somit als für den Besucher als attraktiv empfunden wurden, bilden hierbei die „Hots“, die weniger attraktiven die „Colds“. Hinsichtlich der Beliebtheit lassen sich dabei folgende Kriterien festlegen:

- Anzahl der Nutzungen (Stopps)
- Zeit am Exponat
- Höhe der erreichten Interaktionskategorie

Im Fokus der Betrachtung in Hinblick auf die Hots & Colds steht die Bereitschaft der Besucher, sich mit den ausgestellten Exponaten zu beschäftigen. Das Hauptaugenmerk, einer Einteilung nach Serrel (2009) folgend, liegt demnach nicht in der Qualität und Intensität der jeweiligen Beschäftigung, sondern vielmehr auf dem Reiz, den das interaktive Exponat auf den Besucher ausübt, sich auf eine Interaktion einzulassen (attraction rates). Die zahlenmäßige Bestimmung folgt der von Serrel & Associates (2009) verwendeten Skalierung:

Wert	Bezeichnung
> 50 %	Hots
20 – 50 %	normal
< 20 %	Colds

[Tabelle 9: Skalierung der „Hots & Colds“ \(nach Serrel & Associates 2009\)](#)

Die hierbei ermittelten Werte geben die Prozentquoten derjenigen Besucher an, die an dem interaktiven Exponat angehalten haben und sich auf eine Interaktion (gleich welcher Art) eingelassen haben. Zusätzlich wurde die Zeitdauer der jeweiligen Exponatsnutzung hierbei durch die Beobachter dokumentiert. Nach Serrel & Associates (2009) wird allerdings keine Bewertung hinsichtlich der Höhe der erreichten Interaktionsstufe mit der interaktiven Experimentierstation durchgeführt. In der grafischen Darstellung der Ergebnisse wird durch den Autor jedoch eine Erweiterung um die Höhe der erreichten Interaktionskategorie vorgenommen.

### 3.3. Kategorisierung

Neben der Erfassung von genutzten Exponaten und der an ihnen von den Besuchern verbrachten Zeit ist die Frage nach der Intensität der jeweiligen Interaktion und der konkreten Tätigkeit am Exponat ebenfalls von Interesse. Durch die alleinige Zeitmessung der Besucherinteraktion am Exponat lässt sich nicht valide feststellen, ob und wie weit durch den Besuch der Phänomenta Flensburg und die dabei erfolgte Auseinandersetzung mit den dargebotenen interaktiven Experimentierstationen dem Besucher wirklich etwas in Hinblick auf seine naturwissenschaftliche- und technische Bildung näher gebracht wurde und im Idealfall Lernprozesse initiiert wurden. Um jedoch die Interaktion am Exponat objektiv messbar zu machen, werden Tätigkeiten der Besucher am Exponat in ein definiertes Kategorisierungssystem überführt und streng nach den hierin festgeschriebenen Vorgaben bewertet. Eine Anpassung des von Schließmann (2005) verwendeten, auf Barriault (1999) basierenden Kategoriensystems an die örtlichen Gegebenheiten der Phänomenta Flensburg erfolgte in Anlehnung an die durch Öhding (2009) beschriebene Erweiterung um Handlungskategorien bzw. Handlungsweisen durch Steuer (2015) und den Verfasser. Hierfür wurden umfangreiche Beobachtungen von Besuchern in der Phänomenta Flensburg durchgeführt, durch die insbesondere wiederkehrende Tätigkeiten mit einem hohen Maß an Generalität identifiziert und als Handlungskategorien dem Interaktionskategoriensystem zugeordnet werden konnten (siehe Kapitel 3.3.3.).

#### 3.3.1. Kategoriensystem nach Chantal Barriault

Im Rahmen ihrer Studie „The Science Center Learning Experience: A Visitor-Based Framework“ untersuchte Barriault (1999) das Lernverhalten von Science Center-Besuchern beim Experimentieren an den interaktiven Experimentierstationen. Durch die Analyse der bei den Verhaltensbeobachtungen und offenen Interviews gewonnenen Daten im Techniquest (Cardiff, UK) und im Science North (Sudbury, Kanada) konnte Barriault (1999) acht unterschiedliche Lernverhaltensweisen bei der Interaktion mit den Experimentierstationen identifizieren und beschreiben. Die acht in der Studie ermittelten Verhaltensweisen wurden von Barriault (1999) in ein aus drei Kategorien bestehendes Kategoriensystem eingruppiert. Nach Schließmann (2005) wird hierdurch

eine zunehmende Beteiligung und Tiefe der Lernerfahrung während der Interaktion wiedergespiegelt (Tabelle 10).

Learning Behavior	Depth of Learning
A) Doing the activity	Initiation behaviors „Eingangsverhalten“
B) Spending time watching others engaging in the activity	
C) Information or assistance offered by staff or other visitors	
D) Repeating the activity	Transition behaviors „Übergangsverhalten“
E) Expressing positive emotional response in reaction to engaging in activity	
F) Referring to past experiences while engaging in activity	Breakthrough behaviors „Durchbruchverhalten“
G) Seeking and sharing information	
H) Engaged and Involved: testing variables, making comparisons,	

**Tabelle 10:** Tiefe des Lernens oder Lernintensität (nach Barriault 1999)

Erst durch die kombinierte Betrachtung der während der Auseinandersetzung mit dem Exponat gezeigten Verhaltensweisen lässt sich eine Aussage über die Lernerfahrung treffen. Als „fruchtbare“ Lernerfahrung wird hierbei das wiederholte Zeigen von verschiedenen Verhaltensweisen in unterschiedlichen Kombinationen beschrieben (VGL. BARRIAULT 1999; SCHLIEßMANN 2005; ÖHDING 2008).

#### Eingangsverhalten „Initiation behaviors“

Wenn Besucher diese Verhaltensweisen aufzeigen, gehen sie einen ersten Schritt hin zu einer sinnvollen Lernerfahrung. Selbst wenn die Besucher sich noch nicht vollständig auf das Exponat/Experiment einlassen, so gewinnen sie bereits bei einer oberflächlichen Betrachtung Erfahrungen, die zu einem weiteren Lernen führen können. Um sich auf eine Interaktion mit einem Exponat einzulassen, muss sich der Besucher „sicher“ fühlen. Das Eingangsverhalten ermöglicht dem Besucher somit mit einem Minimum an persönlichem Risiko die in der Ausstellung angebotenen Lernmöglichkeiten zu nutzen und Lernerfahrungen zu sammeln (VGL. BARRIAULT 1999).

#### Übergangsverhalten „Transition behaviors“

Lächeln und offensichtliche Freude (positive Emotionen) beim Experimentieren sind gute Indikatoren dafür, dass sich der Besucher auf die Interaktion mit dem Exponat voll eingelassen hat. Wiederholungen von Teilschritten oder auch des gesamten

Experiments durch den Besucher zeigen, dass der Besucher versucht, durch Variation der Experimentalparameter das durch das Exponat dargestellte Phänomen zu verstehen. Diese Verhaltensweise lässt hierbei auf ein motiviertes Lernverhalten schließen (VGL. BARRIAULT 1999; ÖHDING 2009).

### Durchbruchverhalten „Breakthrough behaviors“

Diese Verhaltensweisen zeigen die Relevanz der Auseinandersetzung mit den dargestellten Exponaten, dem hierbei erfolgten individuellen Lern- und Erkenntnisgewinn für das alltägliche Leben und die daraus resultierende Förderung von lebenskundlichen Kompetenzen. Die eigentliche Interaktion mit dem Exponat wird zu einer zentralen und wichtigen Lernerfahrung. Durch die Nutzung aller Möglichkeiten des forschenden und experimentellen Handelns werden alle Vorteile für ein erfolgreiches Lernen wahrgenommen (VGL. BARRIAULT 1999; ÖHDING 2009).

Die Einteilung von Verhaltensweisen der Ausstellungsbesucher in drei Kategorien zur Ermittlung der Lerntiefe während der Beschäftigung mit einer interaktiven Experimentierstation in die jeweiligen Kategorien durch Barriault (1999) zeigt hierbei eine enge Verwandtschaft mit der von Falk & Holland (1991) bereits beschriebenen Einordnung von Besucherinteraktionen an ausgestellten Exponaten (Tabelle 11).

<b>Engagement scale used to assess visitors' engagement with exhibits</b>		
<b>1</b>	MINIMAL/GLANCE	Visitor stops, pauses briefly, glances at one or more elements but demonstrates no apparent interest in any particular element or information.
<b>2</b>	CURSORY	Visitor stops, watches, or touches elements briefly in a cursory way, perhaps casually points to something; glances at text panels, but demonstrates no apparent interaction with the exhibit.
<b>3</b>	MODERATE	Visitor stops, interacts with elements of the exhibit with apparent interest, reads some text; appears somewhat engaged and focused.
<b>4</b>	EXTENSIVE	Visitor stops, interacts with elements of the exhibit intently; reads some text; appears engaged and focused.

**Tabelle 11:** Bewertungssystematik von Ausstellungsbesuchern von Falk & Holland (nach Diamond, Luke & Uttal 2009)

Im Gegensatz zu den herkömmlichen Methoden lassen sich durch das von Barriault (1999) entwickelte System die individuellen Lernerfahrungen detailliert beschreiben. Herkömmliche Messinstrumente / Methoden beschreiben hingegen „nur“ die zu

erfassenden Lernziele und vernachlässigen dabei die individuellen Erfahrungen, die der Besucher während der Interaktion am Ausstellungsgegenstand macht (vgl. ÖHDING 2009).

### 3.3.2. Kategoriensystem nach Schließmann / Öhding

Sowohl Schließmann (2005) als auch Öhding (2009) nutzten im Rahmen ihrer Untersuchungen als Grundlage das von Barriault (1999) entwickelte Kategoriensystem. Im Rahmen der Untersuchungen von Schließmann (2005) führte dieser auf Grund seiner Beobachtungen weitere Kategorien in das bestehende System ein, um die jeweiligen Verhaltensweisen der beobachteten Personen umfassender abzubilden. Schließmann (2005) geht bei seinen Betrachtungen davon aus, dass neben den positiven Reaktionen der Science Center-Besucher auch negative Reaktionen auf die interaktiven Exponate erfolgen können. So kann der Besucher u. U. nicht sofort den hinter einem Exponat stehenden Sinn und Zweck deuten und durch unsystematisches „Herumspielen“ im Verlauf der Interaktion das in der Konzeption der Ausstellung definierte Ziel der Experimentierstation nicht erreichen. Schließmann (2005) führte deshalb im Rahmen seiner Forschungsarbeit als weitere Kategorie die Kategorie „negative Reaktion“ in das bestehende Kategoriensystem ein (Tabelle 12).

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

**Tabelle 12:** Erweiterung: „Tiefe des Lernens“ und Lernverhalten (nach Schließmann 2005)

Im weiteren Verlauf der Untersuchungen von Öhding (2009) wurde dieses Kategoriensystem durch Öhding und Schließmann (2008) um zusätzliche Handlungskategorien ergänzt. Die hierbei Verwendung findenden Versuchsstationen stammten aus dem von beiden Wissenschaftlern betreuten Projekt „Versucht macht klug“<sup>17</sup>. Das von Schließmann (2005) und Öhding (2009) im Rahmen ihrer Arbeiten erweiterte Modell der Lernintensität („Depth of Learning“) von Barriault (1999) mit den

<sup>17</sup> „Versuch macht klug“ ist ein von Professor Fiesser initiiertes Projekt zur frühkindlichen Heranführung an die Naturwissenschaften im Elementarbereich. Das Projekt wird durch die Universität Flensburg betreut und durch die Nordmetall Stiftung sowie durch das Ministerium für Bildung und Frauen des Landes Schleswig-Holstein finanziert und unterstützt.



Handlungskategorien bildet die Grundlage für die weitere Betrachtung der Besucherinteraktion in der Phänomenta Flensburg durch den Verfasser. Die von Öhding (2009) hinzugefügten Handlungskategorien haben hierbei allerdings nur Modellcharakter, da Öhding (2009) im Rahmen ihrer Forschungsarbeit die Erweiterung gezielt auf drei im Projekt „Versuch macht klug“ verwendete Exponate richtete. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden allerdings die zum Zeitpunkt der Erhebung in der Phänomenta Flensburg ausgestellten 154 Exponate berücksichtigt und im Besonderen an die Gegebenheiten der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ angepasst. Da sowohl der Verfasser als auch Steuer (2015) das Kategoriensystem für ihre Arbeiten in der Phänomenta Flensburg verwenden, erfolgten die Anpassungen und Überprüfungen in enger kooperativer Zusammenarbeit.

### 3.3.3. Kategoriensystem nach Steuer und Wulf

Für ihr Forschungsvorhaben führten Steuer (2015) und der Verfasser Anfang des Jahres 2009 gemeinsame umfangreiche Vorbeobachtungen in den Räumlichkeiten der Phänomenta in Flensburg durch. Für die Erfassung der beobachteten Besucherinteraktionen an den dargestellten interaktiven Experimentierstationen wurde als Arbeitsgrundlage das von Barriault (1999) entwickelte und durch Schließmann (2005) erweiterte Kategorienschema verwendet. Bereits nach kurzer Zeit wurde klar, dass das vorliegende Grundscheema von Schließmann (2005) nicht ausreicht, um alle Aktivitäten der Besucherinnen und Besucher an den Exponaten schnell und eindeutig zu erfassen und umfassend zu beschreiben. Daraufhin wurden im Februar 2009 von Steuer (2015) und dem Verfasser beobachtete Handlungskategorien aufgestellt und in das bestehende Kategoriensystem eingeordnet. Außerdem wurde auf der Grundlage von Beobachtungen eine weitere Kategorie mit der Bezeichnung „zielfremde Beschäftigung“ eingeführt.

Das so von beiden Autoren konzipierte Besucherinteraktionsschema wurde im Sommersemester 2009 im Rahmen einer Lehrveranstaltung für Master-Absolventen zu dem Themengebiet „Forschungsmethoden“ unter der Leitung von Professor Christian an der Universität Flensburg durch Studierende auf seine Praxistauglichkeit hin getestet und im weiteren Verlauf überarbeitet. Hierfür erfolgte zum einen eine umfangreiche Darstellung und Besprechung des ursprünglich auf Barriault (1999) basierenden Kategoriensystems und zum anderen eine gründliche und umfassende Einweisung in die Besonderheiten und Funktionen der interaktiven Exponate in der Phänomenta Flensburg. Des Weiteren wurden unter Mitwirkung der Studierenden Beobachtungsprotokolle und Fragebögen entwickelt und bis hin zur Praxistauglichkeit nachgesteuert.

Die im Verlauf des Kurses durch Steuer (2015) und den Verfasser instruierten Studenten führten gegen Ende des Sommersemesters im Juni und Juli 2009 unter der Aufsicht und Kontrolle beider Verfasser zahlreiche Beobachtungen und Befragungen in der Phänomenta Flensburg durch. Die Grundlage für die Beobachtungsdokumentation bildete das im Verlauf der Lehrveranstaltung von beiden Verfassern und den Studenten durch zahlreiche zusätzliche Beobachtungen

entwickelte, immer wieder nachgesteuerte und zielführend optimierte Kategoriensystem nach Steuer (2015) und dem Verfasser (Tabelle 13).

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

[Tabelle 13: Kategoriensystem 1. Generation \(Steuer und Wulf 2009\)](#)

Um bei den Beobachtungen von Besuchern in der Phänomenta sicherzustellen, dass die Beobachtungsergebnisse weitestgehend frei von subjektiven Einflüssen durch die Beobachter und im Einklang mit den im Rahmen der Kategorien objektiv vorgegeben Verhaltens- bzw. Handlungsweisen waren, wurden die Beobachter durch die Verfasser umfassend geschult und die erforderlichen Beobachtungskompetenzen im Rahmen eines Pretests überprüft. Hierbei mussten die als Beobachter eingesetzten

Studierenden bei unabhängig von einander durchgeführten Besucherbeobachtungen Übereinstimmungen von über 80% erreichen (Tabelle 14).

Besucher	Wulf	Steuer	Stud1	Stud2	Stud3	Stud4	Stud5	Stud6	Stud7	Stud8
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

Tabelle 14: Pretest Kategoriensystem 1. Generation – Masterkurs Sommersemester 2009 (Steuer und Wulf 2009)

In dieser Darstellung geben die Zeilen der Tabelle die jeweiligen ID's der beobachteten Personen (1-10) wieder. Die Spalten hingegen stellen die anwesenden Beobachter dar. Jeder Zahlenwert in der Tabelle gibt die von den Beobachtern festgestellte, dem Kategoriensystem der 1. Generation folgende Kategorie an. Abweichende Bewertungen durch die Beobachter wurden in dieser Darstellung rötlich unterlegt.

Während der Durchführung des Pretests fiel auf, dass es gerade bei der Einordnung von beobachteten Verhaltensweisen in höherwertigere Kategorien bei den Studierenden zu zahlreichen Bewertungsfehlern kam. Die Fehlerquote bei den Studenten betrug bei den Beobachtungen 1 bis 6 deutliche 27,08%. Somit lag bei den Studierenden die Übereinstimmung bei 72,92% und damit unter den Vorgaben von mindestens 80%. Steuer (2015) und der Verfasser erreichten bei einer Fehlerquote von 8,33% eine Übereinstimmung von 91,67% und erfüllten damit das vorgegebene Ziel. Betrachtet man in der Summe die Beobachtungsergebnisse (1–6) aller Beteiligten, so beträgt die Fehlerquote 23,33% und die somit erreichte Übereinstimmung 76,67% ( $k=0,626$ ). Die dem der Kategorisierung von Cohens-Kappa-Werten (siehe Kapitel 3.8.) folgende angestrebte Zielmarke von mindestens 80% Übereinstimmung ( $k>0,8$ ) wird hierbei deutlich verfehlt.

Im Anschluss an die ersten sechs durchgeführten Beobachtungen wurden die Ergebnisse mit den Studenten besprochen und aufkommende Unklarheiten in Bezug auf beobachtete Wertigkeiten geklärt. Die im Anschluss an die Besprechung durchgeführten Beobachtungen (7-10) zeigten eine erhebliche Steigerung der

Übereinstimmungen. Bei den Studierenden betrug die Fehlerquote nur noch 6,25% woraus eine Übereinstimmung von 93,75% folgte. Steuer (2015) und der Verfasser blieben fehlerfrei und erreichten eine Übereinstimmung von 100%. Werden wiederum alle durchgeführten Beobachtungen (7-10) betrachtet, so ergibt sich eine Fehlerquote von 5%. Die Übereinstimmung beträgt somit 95% ( $k=0,926$ ), und die Zielvorgabe einer Übereinstimmung von mindestens 80% konnte hierbei von allen Beteiligten unabhängig von einander erfüllt werden.

Nach dem erfolgreich durchgeführten Pretest wurden Beobachtungen durch die Studierenden in der Phänomenta Flensburg anhand des Kategorienschemas durchgeführt. Neben den Kursteilnehmern nutzten weitere Studenten im Rahmen ihrer Bachelor- und Masterarbeiten das unter Mitwirkung des Kurses entwickelte Kategoriensystem. Da diese Personen nicht an den umfangreichen Einweisungsmaßnahmen des Kurses teilnahmen, wurden sie gesondert in die Handhabung und Beobachtungsdurchführung eingewiesen. Auch hier war es wiederum wichtig, subjektive Beurteilungen von Verhaltensweisen weitestgehend zu verhindern oder auszuschließen. Hierzu wurden mit ihnen gemeinsam zunächst 40 Besucher beobachtet und getrennt voneinander in die Kategoriensystematik einordnet (Tabelle 15). Während der Beobachtungen kam es zweimal zu Störungen der Beobachtung durch andere Besucher. Diese Beobachtungen mussten daher in beiden Fällen abgebrochen werden.

Beschäftigungskategorien					
Besucher-	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

Tabelle 15: Pretest Kategoriensystem 1. Generation – Bachelor- und Masterarbeiten (Steuer und Wulf 2009)

Nach den Beobachtungen wurden die Ergebnisse gesichtet und besprochen. Hierbei zeigte sich, dass die Gruppe der Studierenden eine hohe Fehlerquote von 36,84% aufwies, was einer Übereinstimmung von 63,16% entsprach. Steuer (2015) und der Verfasser hingegen erreichten eine Übereinstimmung von 94,74% bei einer Fehlerquote von 5,26%. Gemittelt und auf alle durchgeführten Beobachtungen (1-38) bezogen konnte eine Fehlerquote von 24,21% mit einer Übereinstimmung von 75,79% ( $k=0,584$ ) festgestellt werden. Diese beim Test erreichten Ergebnisse erfüllten nicht die vorgeschriebenen Vorgabewerte von mindestens 80% Übereinstimmung.

Im Anschluss an die Besprechung mit den Studierenden wurden noch einmal weitere fünf Personen in der Phänomenta Flensburg beobachtet und ihre Verhaltensweisen getrennt voneinander mit dem Kategoriensystem bewertet (Tabelle 16).

Ergebnisse nach der Besprechung					
Besucher-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

**Tabelle 16:** Pretest (Nachttest) Kategoriensystem 1. Generation – Bachelor- und Masterarbeiten (Steuer und Wulf 2009)

Die Sichtung der durch die zweite Beobachtung (39-43) gewonnenen Daten zeigte eine deutliche Steigerung der Übereinstimmung. Mit einer Fehlerquote von 0% konnte bei der direkt im Anschluss an die Besprechung durchgeführten Beobachtung eine Übereinstimmung vom 100% ( $k=1$ ) erreicht werden. Hiermit wurde die angestrebte Zielmarke von 80% erreicht und sogar deutlich überschritten.

Im Rahmen ihrer Bachelorarbeit „Erprobung von Kriterien zur Beschäftigungsintensität an interaktiven Exponaten von Besuchern von Science Centern am Beispiel Phänomenta Flensburg“ untersuchte Moskatov (2010) speziell die Tauglichkeit des von Steuer (2015) und dem Verfasser aufgestellten und mit Handlungskategorien erweiterten Kategoriensystems. Moskatov (2010) kam zu dem Ergebnis, dass das von beiden Autoren aufgestellte Kategoriensystem in der Praxis gut einsetzbar ist. Weiter kommt sie zu dem Ergebnis, dass die Kategorien um die folgenden Handlungsweisen erweitert werden sollten, um ein umfassenderes Bild vom experimentierenden Besucher zu erhalten.

#### 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.

#### 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.

**Tabelle 17:** Vorschläge zur Erweiterung des Kategoriensystems (Moskatov 2010)

Des Weiteren führte Moskatov (2010) an, dass bei ihren Beobachtungen in der Phänomenta Flensburg keine Handlungs- bzw. Verhaltensweisen beobachtet werden konnten, die eine Eingruppierung in die Kategorie 4 notwendig gemacht hätten. Beide Autoren sind sich jedoch einig, diese auf Grund von früheren Beobachtungen

geschaffene Kategorie weiterhin im Kategoriensystem beizubehalten. Die im weiteren Verlauf zwischen Steuer (2015) und dem Verfasser auf Grund weiterer durchgeführter Beobachtungen geführten Diskussionen führten zu einem Umdenken in Hinblick auf die hierarchische Struktur des Kategoriensystems. Neben der Aufnahme von weiteren Handlungskategorien erfolgte durch beide Autoren eine Neuordnung mit anschließender Nummerierung des Kategorienschemas (Tabelle 18). Dieser Schritt wurde notwendig, da die jeweiligen Ausprägungen einer zusammenhängenden konsistenten Ordnung entsprechen müssen, um dem Kriterium einer Ordinalskalierung zu entsprechen (vgl. MÜLLER-BENEDICT 2007).

<b>Kategorie 0</b>	zielfremde Beschäftigung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Nutzt das Experiment als Sitzgelegenheit und zeigt keine zielgerichtete Beschäftigung (Ausnahme: das Experiment selbst sieht es vor)</i></li> <li>• <i>Beschädigt das Experiment (tritt, schlägt auf das Experiment ein)</i></li> <li>• <i>Wartezeiten</i></li> </ul>	
<b>Kategorie 1</b>	geringe Beschäftigung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Zeit (t) liegt unter 5 Sek. (von 1 sek. bis 5 sek.)</i></li> <li>• <i>Steht teilnahmslos am Exponat</i></li> </ul>	
<b>Kategorie 2</b>	einführende Tätigkeit
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Richtet sich mit der Körperfront zum Exponat</i></li> <li>• <i>Liest die Fragestellung auf dem Hinweisschild</i></li> <li>• <i>Zeit (t) liegt über 5 Sek.</i></li> <li>• <i>Setzt sich mit der Station auseinander</i></li> <li>• <i>Beginnt zu arbeiten</i></li> <li>• <i>Aufmerksamkeit ist auf die Station gerichtet</i></li> <li>• <i>Lässt sich nicht oder nur geringfügig durch andere Vorgänge ablenken</i></li> <li>• <i>Beobachtet andere Besucher beim Arbeiten</i></li> <li>• <i>Unterhält sich mit anderen Besuchern über die Station bzw. das Experiment</i></li> </ul>	
<b>Kategorie 3</b>	vertiefende Beschäftigung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Wiederholt Teilschritte oder das gesamte Experiment</i></li> <li>• <i>Zeigt erkennbare positive Reaktion (lächeln, Zufriedenheit)</i></li> <li>• <i>Entwickelt mögliche Lösungsansätze</i></li> <li>• <i>Variiert deutlich den Kräfteinsatz</i></li> </ul>	
<b>Kategorie 4</b>	durchdringende Beschäftigung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Ist in das Experiment vertieft</i></li> <li>• <i>Arbeitet sicher, nahezu fehlerfrei und zielgerichtet am Experiment</i></li> <li>• <i>Zeit (t) liegt über 60 Sek.</i></li> <li>• <i>Tipps und Erklärungen werden weitergegeben</i></li> <li>• <i>Lösungen und Erklärungen werden gefunden</i></li> <li>• <i>Nahezu alle Variationsmöglichkeiten werden ausgeschöpft und es erfolgt eine vollständige Bearbeitung des Experiments</i></li> </ul>	

**Tabelle 18:** Kategoriensystem zur Ermittlung der Interaktionsintensität (Steuer und Wulf 2010)



Die neue Anordnung der Kategorien folgt nun einer hierarchischen Struktur. Die Stellung in dieser Hierarchie steigt mit zunehmender Interaktion am Exponat.

Da sowohl bei Steuer (2015) als auch beim Verfasser selbst ein besonderes Augenmerk auf den Besucherbeobachtungen innerhalb der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ in der Phänomenta Flensburg liegt, wurde im weiteren Verlauf von beiden Autoren eine „Feinjustierung“, bezogen auf die Exponate in der Sonderausstellung, notwendig. Dies beinhaltete neben den reinen Beobachtungen auch eine Testanwendung des Kategoriensystems. Hierzu wurden noch einmal 38 Besucher der Ausstellung von beiden Autoren beobachtet und von einander unabhängig anhand des Kategoriensystems bewertet (Tabelle 19).

Nr.	Exponat	Exponat Nummer	Kategorie Wulf	Kategorie Steuer
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

Tabelle 19: Pretest des Kategoriensystems in der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ (Steuer und Wulf 2012)

Der im Anschluss an die Beobachtungen erfolgte Vergleich der erhobenen Bewertungsergebnisse beider Autoren ergab eine Fehlerquote von 3,95%. Somit lag der Wert der Übereinstimmung bei 96,05% ( $k=0,872$ ) und damit deutlich über dem Vorgabewert von mindestens 80%. Sowohl Steuer (2015) als auch der Verfasser nutzten für die weiteren Betrachtungen innerhalb der Sonderausstellung in der Phänomenta Flensburg das in Tabelle 18 dargestellte Kategoriensystem zur Interaktionsbewertung.

### 3.4. Videoanalyse

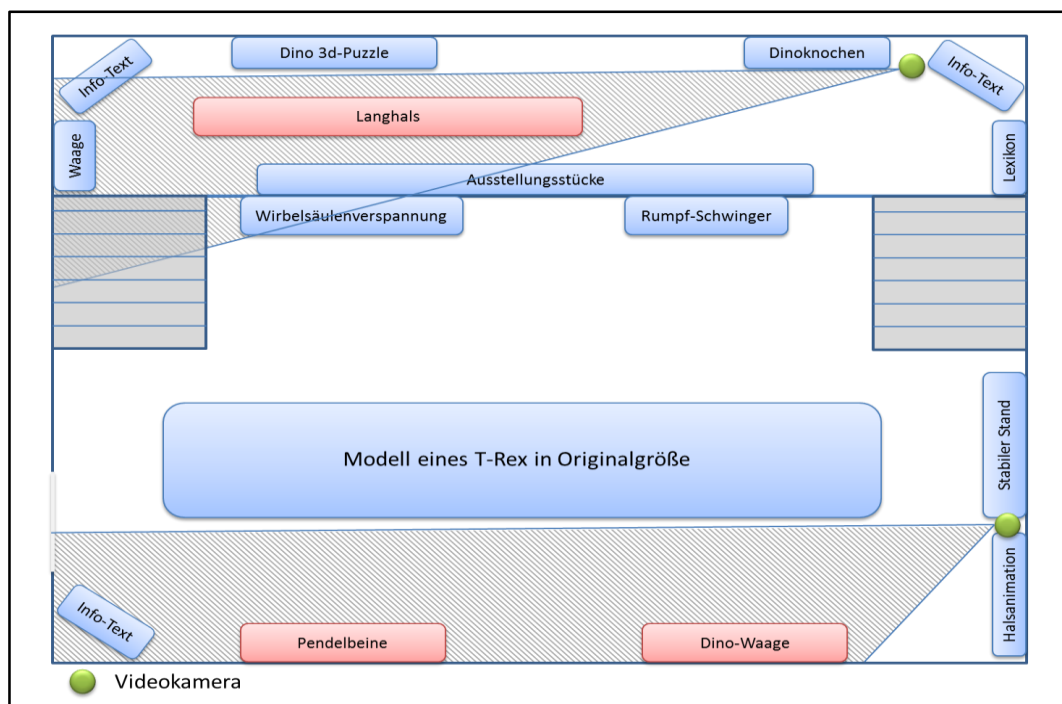
Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden Besucher der Phänomenta Flensburg beim Experimentieren an Stationen der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ mittels mehrerer Kameras aufgenommen. Diese Aufnahmen wurden digitalisiert. Anschließend wurde das Interaktionsverhalten der Besucher mittels Kategoriensystem untersucht. Als Analyseverfahren wurde die qualitative Erziehungswissenschaftliche Videographie nach Dinkelaker und Herrle (2009) gewählt (Tabelle 20).

	Filmanalyse	Videogestützte Unterrichtsqualitäts- forschung	Erziehungswissen- schaftliche Videographie
<b>Gegenstandsverständnis</b>	Video als Kommunikationsmedium von Produzent und Rezipient	Video als Basis zur Untersuchung der Interaktion abgebildeter Personen	
<b>Untersuchungsfokus</b>	Wissensgrundlage der Filmproduktion und –rezeption	Merkmalskorrelation	Interaktionsmuster

Tabelle 20: Drei Formen der Nutzung von Videos in der Erziehungswissenschaft (Dinkelaker / Herrle 2009)

Mit Hilfe der videographischen Daten ist es möglich, bei der Analyse einen empirischen Zugang zum Geschehen innerhalb einer Lehr-Lern-Interaktionen zu erhalten. Da die aufgezeichneten Videodokumente sowohl Hörbares als auch Sichtbares festhalten, ist es gerade durch das Zusammenspiel von beiden Wahrnehmungsebenen möglich, tiefere Einblicke in das Interaktionsgeschehen zu gewinnen (vgl. DINKELAKER UND HERRLE 2009).

Die Aufnahmen in der Phänomena Flensburg erfolgten mittels mehrerer im Raum sichtbarer, jedoch an unauffälligen Stellen positionierter analoger Kameras. Im Rahmen von mehreren Probeaufnahmen in der Zeit von Juli bis August 2010 wurden die für die Untersuchung geeigneten Beobachtungswinkel, Beleuchtungen und Kamerapositionen getestet und anschließend festgelegt (Abbildung 8).



**Abbildung 8:** Kamerapositionen in der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ (Wulf 2012)

Die Kameras wurden an mehreren Tagen bei Öffnung der Phänomena für den Publikumsverkehr eingeschaltet und für mehrere Stunden laufen gelassen. Dies war notwendig, da im Vorwege der genaue Zeitpunkt von Anfang und Ende einer von Besuchern durchgeführten Interaktion schwer zu bestimmen ist (vgl. NOLDA 1996). Ein aus Gründen des Datenschutzes notwendiger Hinweis wurde an einer gut sichtbaren Stelle am Eingang der Sonderausstellung platziert. Der bei der Verwendung von analogen Kameras notwendige Wechsel der Aufnahmebänder erfolgte im Rhythmus von 50 Minuten. Im weiteren Verlauf der Untersuchungen zeigte sich, dass die in den analogen Kameras verwendeten Aufnahmebänder auf Grund der häufigen Nutzung

stark in ihrer Ton- und Bildqualität nachließen und es mehrfach zu „Bandsalat“ und Bänderrissen kam. Erst im späteren Verlauf der Untersuchungen konnte eine analoge Kamera durch eine (kleinere) digitale Kamera ersetzt werden. Im Anschluss an die Filmaufnahmen erfolgte nach der Protokollierung der Aufnahmedaten in einem Datenerhebungsprotokoll das Digitalisieren der analogen Videoaufnahmen auf dem PC. Hierfür war es notwendig, die Aufnahmen in Realzeit über ein Verbindungskabel von der Kamera zum Computer auf das Windows-System zu überspielen. Die hierfür notwendigen Softwarekomponenten waren bei der verwendeten Windows 7-Version bereits standardmäßig vorhanden. Da die so erzeugten Videodateien im AVI-Format auf Grund ihrer Größe für eine flüssige Weiterverarbeitung nicht geeignet waren, mussten diese Dateien anschließend mit der Software „TMPGEnc“ in das zur weiteren Bearbeitung besser geeignete MP4-Format umgerechnet werden.

Die umgerechneten MP4-Videodateien wurden in die Videobearbeitungssoftware „Magix VideoDeluxe X3“ importiert und in über 1200 Einzelsequenzen geschnitten. Jede der Einzelsequenzen wurde hinsichtlich ihres Inhalts (Geschlecht, Sequenzdauer, Exponat etc.) katalogisiert und in ein Ablagesystem einsortiert. Durch den Einsatz des Programms „VideoGraph“ sollten die jeweiligen Einzelsequenzen angezeigt und mit dem im Kapitel 3.3. beschriebenen Kategorienschema ausgewertet werden. Auf Grund der hohen Zahl an Einzelsequenzen und der oftmals nur sehr kurz andauernden Interaktionen am Exponat (unter 2 Sekunden) zeigte sich der Einsatz der ansonsten für die Videografie hervorragend geeigneten Software „VideoGraph“ als nicht praktikabel. Eine sequenzielle Darstellung in Zeitintervallen konnte somit nicht wie im Vorwege gehofft realisiert werden.

Die Wiedergabe der einzelnen Filmsequenzen von den Besuchern der Sonderausstellung in der folgenden Sichtung und Datenanalyse erfolgte im weiteren Verlauf nur noch über das Standardanzeigeprogramm von Microsoft Windows, den „Windows Media Player“. Die sichtbaren Besucherinteraktionen wurden auf Protokollbögen den entwickelten Interaktionskategorien zugeordnet. Diese wurden später in die Tabellenkalkulationssoftware „Microsoft Excel 2010“ zur weiteren Berechnung und anschließenden grafischen Ausgabe übertragen. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in Kapitel 4.

### 3.5. Auswahl der interaktiven Experimentierstationen

Im Rahmen der Basisuntersuchungen in der Phänomenta Flensburg konnten als durch den Besucher besonders attraktiv empfundene Exponate identifiziert werden. So wurde unter anderem festgestellt, dass insbesondere Exponate, die eine hohen Energie- bzw. Krafteinsatz durch den experimentierenden Besucher verlangten, sehr gerne genutzt wurden. Um die Exponate schematisch besser miteinander vergleichen zu können, wurden die von Steuer (2015) und dem Verfasser in den „Steckbriefen“ aufgeführten Exponate in ein von Phänomentagründer Professor Fiesser (1990) aufgestelltes aus sieben Kategorien bestehendes Kategoriensystem eingeordnet. In einem weiteren Schritt wurden daraufhin alle Exponate der Sonderausstellung dem Fiesser’schen Kategorienschema zugeordnet (Tabelle 21).

Nr.	Kategorie Beschreibung	Exponate der Sonderausstellung
1	Schule der Sinne, Förderung von Wahrnehmungsmöglichkeiten, Experimente im Sinne von Kükelhaus.	
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]

**Tabelle 21:** Einteilung von Exponaten der Sonderausstellung in Prof. Fiessers Kategorienschema (nach Steuer 2015)

Im Zuge der Einordnung in das bestehende Kategoriensystem von Fiesser (1990) fiel auf, dass die Exponate der Sonderausstellung in nur zwei Kategorien einzuordnen

waren. Für eine genauere Betrachtung der Exponate fehlten somit gültige Kriterien zur weiteren Differenzierung. Hierfür erstellten Steuer (2015) und der Verfasser ein sich auf die Wertigkeit von Lehr- und Lernzielen beziehendes angepasstes Kategoriensystem. In dem zweistufigen System wird in einer ersten Stufe eine aus der Besucherperspektive getroffene Unterscheidung zwischen passiven und aktiven Exponaten vorgenommen (Tabelle 22).

<b>Typ I: Passiv</b>
Es wird dem Besucher die Möglichkeit geboten, anhand von Ausstellungsstücken und Schautafeln sowie eines computergestützten Lexikons Informationen zu erhalten. Sie besitzen einen eher musealen Charakter.
<b>Typ II: Aktiv</b>
Es stehen dem Besucher Exponate zu Verfügung, mit denen er sich aktiv auseinandersetzen kann, um Ziel und Zweck des Exponats zu erkennen und zu verstehen.

Tabelle 22: Einteilung von Exponaten (nach Steuer 2015)

Eine weitere Einteilung erfolgt lehr- und lernzielgerichtet (Tabelle 23). Hierbei wird dem jeweiligen Exponat eine „Musterlösung“ zur erfolgreichen Interaktion mit dem Exponat zu Grunde gelegt. Anhand dieser kann die Komplexität der zur Lösung notwendigen Strategie beziffert und in das Kategoriensystem überführt werden.

Nr.	Typ	Bezeichnung	Beschreibung	Exponat
1	I. Passiv	Anschauungsobjekte	Zu den Anschauungsobjekten zählen alle Stationen, in 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 werden alle Exponate zugeordnet, bei denen der Besucher ausschließlich durch Lesen Informationen erhält.	Wissen oder Fantasie Die Vielfalt der Dinosaurier Dino-Lexikon
3	II. Aktiv	Simple interaktive Exponate	Zu den simplen interaktiven Exponaten werden alle Stationen gezählt, bei denen sowohl die Handhabung als auch das Ziel schnell zu erkennen sind. Die Variationsmöglichkeiten sind auf wenige Handlungsschritte beschränkt.	Gewaltige Masse Viel Kraft im Hals
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 sind.	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

Tabelle 23: Einteilungsschema von Exponaten der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ (nach Steuer 2015)

Auf dieser Grundlage erfolgte mit Blick auf die Ergebnisse der Basisuntersuchung in der Phänomenta eine Auswahl der für die weitere Untersuchung zu beobachtenden Exponate in der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“. Als Ergebnis der Überlegungen wurden letztendlich drei Exponate aus der Sonderausstellung ausgewählt, an welchen die Besucher während ihrer Interaktion gefilmt und hinsichtlich verschiedener Parameter (siehe Kapitel 3.4.) analysiert wurden.

### Gewaltige Masse („Dino-Waage“) [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.“<sup>18</sup>*

Dieses Exponat zählt zu den interaktiven Exponaten der Gruppe „Simple interaktive Exponate“. Die Besucher hatten laut einer Hinweistafel die Aufgabe, die Masse eines Dinosauriers mit den ihnen aus der heutigen Zeit bekannten Fahrzeugen und Nutztieren zu vergleichen. Hierzu konnten sie mehrere Fahrzeuge und Nutztiere, deren eigene Masse dem

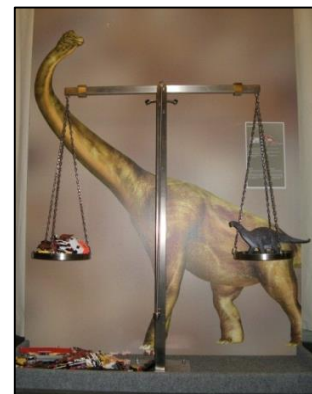


Abbildung 9: Exponat 1903

mehrere Fahrzeuge und Nutztiere, deren eigene Masse dem Verhältnis zur Dinosauriermasse entsprach, in die Waagschale legen, um so ein Gleichgewicht mit der Masse des Dinosauriermodells auf der anderen Waagschale herzustellen (siehe Abbildung 10).

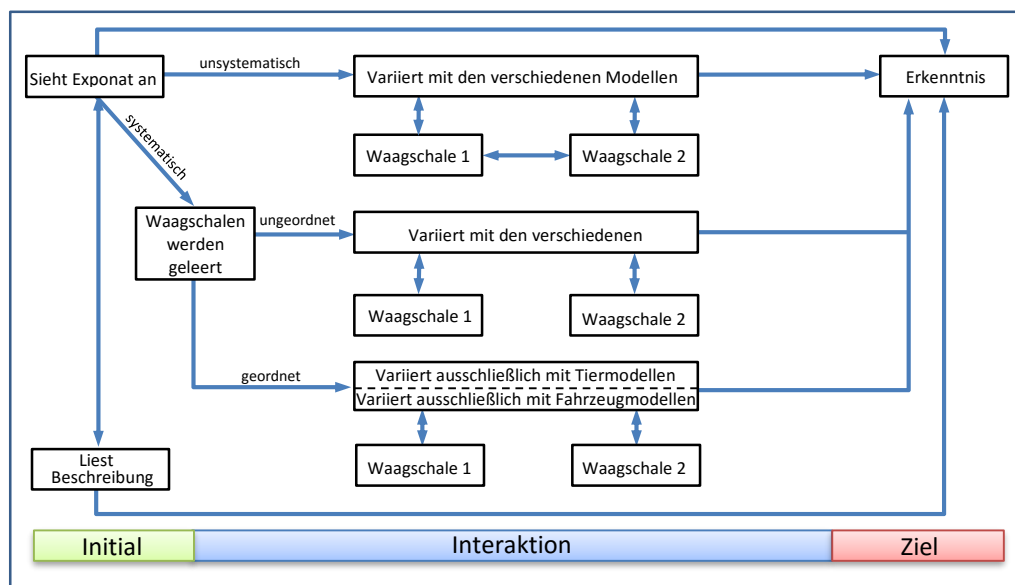


Abbildung 10: Lösungsschema für das Exponat „Gewaltige Masse“ (Wulf und Steuer 2015)

<sup>18</sup> Text der Ausstellungstafel am Exponat „Gewaltige Masse“.

## Viel Kraft im Hals („Langhals“) [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?“<sup>19</sup>

Das Exponat „Viel Kraft im Hals“ gehört in die Gruppe „Simple interaktive Exponate“. Bei diesem Exponat kann der Besucher durch Ziehen an drei Seilen ein subjektives Kraftempfinden erfahren. Alle drei Seile haben am Halsmodell als

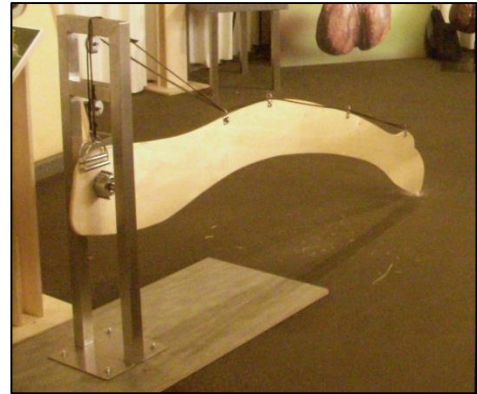


Abbildung 11: Exponat 1909

Befestigungspunkte jeweils den gleichen Ursprung. Über die in der Trägerstruktur eingebrachten Umlenkrollen werden die drei Einzelseile in unterschiedliche Höhen geführt. Die am Ende der Seile angebrachten Handgriffe ermöglichen es dem Besucher, Zugkräfte auf das Halsmodell wirken zu lassen (siehe Abbildung 12).

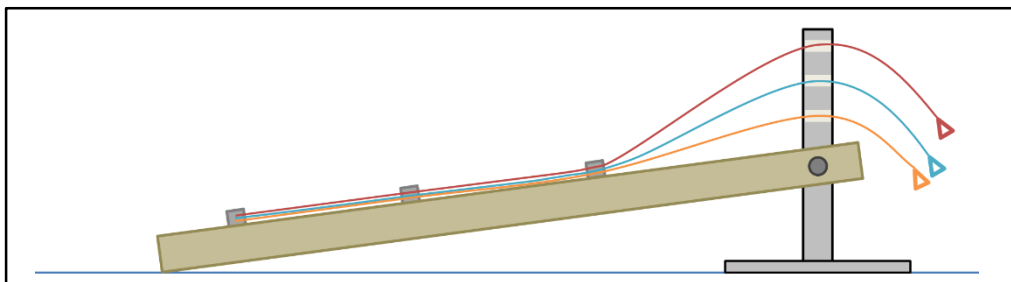


Abbildung 12: Schemazeichnung vom Exponat „Viel Kraft im Hals“

Entsprechend der vorgenommenen Höhenwahl sind z. T. deutliche Unterschiede im eigenen Kräfteinsatz spürbar, um am Modell den Hals zu heben (Abbildung 13).

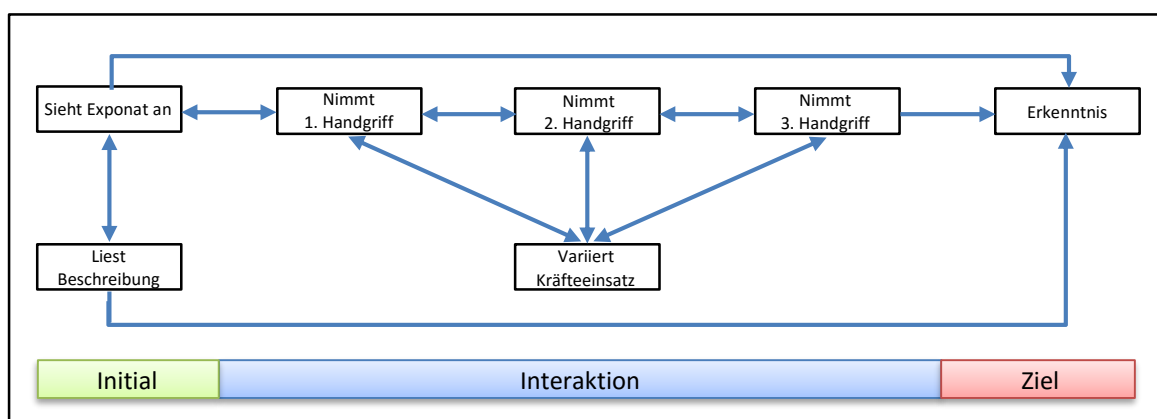


Abbildung 13: Lösungsstrategie für das Exponat „Viel Kraft im Hals“ (Steuer und Wulf 2015)

<sup>19</sup> Text der Ausstellungstafel am Exponat „Viel Kraft im Hals“.



## Beine als Pendel [1902]

*„Beim Gehen schwingen die Beine eines Tiers ähnlich wie Pendel. Die Form der Beine beeinflusst das Pendelverhalten. Bringe zusätzliche Massen an eines der Beine 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 Phänomenta kannst Du noch andere Experimente zu Pendeln entdecken.“<sup>20</sup>*

Das Exponat „Beine als Pendel“ gehört zu den Exponaten der Gruppe „Variable Interaktive Exponate“.



[Abbildung 14: Exponat 1902](#)

Die Konzeption des Exponats stellt dem Besucher beim Experimentieren ein hohes Maß an Variationsmöglichkeiten zur Verfügung. Durch den Wechsel von verschiedenen steckbaren Gewichten an den Modellbeinen wird das jeweilige Schwingverhalten deutlich verändert. Zahlreiche weitere Exponate sowohl in der Sonderausstellung als auch in der regulären Phänomenta geben dem Besucher immer wieder die Möglichkeit, sich mit dem Phänomen der Pendel aktiv auseinanderzusetzen.

Um eine möglichst große Anzahl von verwertbaren Beobachtungen zu erhalten, wurden für das weitere Vorgehen in der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ bewusst zwei Exponate der Kategorie „Simple interaktive Exponate“ und eins der Kategorie „Variable interaktive Exponate“ ausgewählt. An den beiden interaktiven Exponaten der erst genannten Kategorie kann der Besucher ohne große kognitive Anstrengungen mit dem Ausstellungsgegenstand interagieren und mithilfe geringer Veränderungen von Experimentalparametern das hinter der Station stehende physikalische Phänomen erkunden und bestmöglich durchdringen. Vorherige Beobachtungen zeigten, dass gerade diese Art von Exponaten durch eine Vielzahl von Besuchern als besonders attraktiv empfunden wird. Um zum einen eine klare Abgrenzung zu den „einfacheren“ Experimentierstationen zu schaffen, wurde die Station „Beine als Pendel“ als Vertreter für die Kategorie „Variable interaktive Exponate“ ausgewählt. Zum anderen ließen Beobachtungen im Vorfeld darauf

<sup>20</sup> Text der Ausstellungstafel am Exponat „Beine als Pendel“.

schließen, dass gruppensdynamische Prozesse vermehrt an Stationen mit einem höheren Grad an variablen Experimentalparametern sichtbar wurden. Um ein besseres Verständnis für die Funktionsweise bzw. das eigentliche hinter dem dargestellten interaktiven Exponat stehende physikalische Phänomene zu erhalten, ist ein individuelles sowie auch durch Gruppeneinwirkungen induziertes Verändern der Parameter notwendig, wenn nicht sogar unabdingbar.

### 3.6. Definition der Beobachtungsparameter

Die im Rahmen der Analyse des Bildmaterials durchgeführten Betrachtungen aller Einzelfilmsequenzen erfolgten unter der Maßgabe, durch die Erfassung der im folgenden dargestellten Beobachtungsparameter eine weitere Datenaufbereitung sowie die Durchführung von Vergleichen bei Clustergruppen zu ermöglichen:

- *Zeit des Besuchers am Exponat*
- *Geschlecht des Besuchers*
- *Alter des Besuchers*
- *Beschäftigungsintensität / Interaktionsintensität des Besuchers am Exponat*
- *Gruppenzusammensetzung / Einzelperson*

### 3.7. Verwendete Software

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden sämtliche notwendigen rechnergestützten Arbeiten ausschließlich auf Computern durchgeführt, auf denen das Betriebssystem Windows 7 Home Premium der Firma Microsoft in der 32- oder der 64bit Version installiert war. Die einzige Ausnahme bildete hierbei der in der Befragungsstation eingesetzte Rechner mit dem Betriebssystem Windows XP Professional (siehe Kapitel 3.1.). Auf eine Beschreibung der für das Digitalisieren der Aufnahmen notwendigen internen Windowskomponenten wird an dieser Stelle ebenso verzichtet wie auf eine Erklärung zu der Standard Mediendarstellungskomponente „Windows Media Player“. Bei ihnen handelt es sich jeweils um feste integrale Bestandteile einer jeden Windows 7 Installation. Ebenso wird nicht auf die Textverarbeitung Microsoft Word 2010

eingegangen, da dieses Programm als Basiswerkzeug für die Anfertigung dieser Arbeit durch den Autor verstanden wird. Alle weiteren eingesetzten Programme, die zur Erstellung dieser Arbeit Verwendung fanden, werden im weiteren Verlauf dieses Kapitels umfassend vorgestellt.

### 3.7.1. Videograph

Bei dem Programm „Videograph“ von Rolf Rimmle vom IPN Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel handelt es sich um ein Multimedia-Tool, mit dessen Hilfe digitalisierte Video- oder Audiodateien abgespielt und gleichzeitig ausgewertet werden können. Hierfür können im Programm eigene Beobachtungskategorien oder Ratingskalen als Messinstrumente für den Betrachter zur Analyse des Film- oder Audiomaterials definiert werden. Eine Zuordnung zu den jeweiligen Kategorien oder Skalen kann dabei synchron zur Darstellung der Filmaufnahmen oder aber auch ereignisbezogen erfolgen. Die Zeitintervalle der Filmdarstellung bei der synchron zur Darstellung erfolgenden Kodierung können hierbei im Programm definiert werden. Während der Analyse gewonnene Daten können anschließend grafisch visualisiert dargestellt werden. Zusätzlich können für weitere statistische Berechnungen die Daten unter anderem in ein für das Statistikprogramm SPSS lesbares Format übertragen werden. Alternativ ist ebenfalls ein Export der Ergebnisse in die Programme Microsoft Word und Microsoft Excel möglich.

### 3.7.2. Microsoft Excel 2010

Bei dem Programm Microsoft Excel 2012 handelt es sich um eine Tabellenkalkulation. Sie ist integraler Bestandteil des Office 2010-Pakets. Mithilfe dieses Programms können Berechnungen an den in Tabellenform eingepflegten Datensätzen über die Programmierung von Formeln bzw. der Erstellung von VBA-Makros durchgeführt werden. Neben der Verarbeitung von Daten bietet die Software zusätzlich die Möglichkeit, Daten in eine grafische Darstellungsform zu überführen. Sämtliche im Rahmen dieser Arbeit erhobenen Daten wurden in die Datenmatrix von Excel 2010

eingetragen und für ihre weitere Verwendung gesichtet und verarbeitet. Außerdem wurden alle von dem Programm der Befragungsstation „eQuestionnaire“ (Kapitel 3.7.4.) gewonnenen Daten über die integrierte Datenbankschnittstelle in Microsoft Excel 2010 zur Vorsichtung überführt. Ferner wurden die durch den „DatenInspektor“ (Kapitel 3.7.5.) verarbeiteten und von Fehleingaben bereinigten Datensätze (Kapitel 3.1.) aus der Befragungsstation zur weiteren Verwendung und grafischen Darstellung nach Excel 2010 portiert.

### 3.7.3. IBM SPSS Statistics 19

SPSS Statistics ist eine Software zur Erstellung und Analyse von statistischen Sachverhalten. Neben der reinen Berechnung, der Aufnahme von Daten und ihrer Weiterverarbeitung sowie der Generierung von Annahmemodellen verfügt das Programm über die Möglichkeit, Statistiken in vielen Formen grafisch auszugeben und an andere Programme wie beispielsweise Microsoft Word weiterzugeben. Im Rahmen dieser Arbeit wurde SPSS in der Version 19 zur Berechnung der Cohens-Kappa-Werte zur Absicherung der Methodik verwendet.

### 3.7.4. eQuestionnaire

Das Programm „eQuestionnaire“ bildet die Grundlage der Befragungsstation in dieser Arbeit. Es handelt sich hierbei um eine Eigenentwicklung des Verfassers, um über einen längeren Zeitraum verlässlich Daten von Besuchern zu erfassen und in einer Gesamtdatenbank zu sammeln. Die Konfiguration und Steuerung des Programms erfolgt über eine textbasierte Ini-Konfigurationsdatei, die während des Programmablaufs „geparst“ wird. Hierdurch erhält die Befragung ein hohes Maß an Flexibilität, da auf diese Weise auf spezielle Benutzereingaben durch vordefinierte Programmabhandlungen reagiert werden kann. So lassen sich mithilfe dieser Software dynamische Befragungsfelder generieren und auf den Benutzer zugeschnittene Befragungstexte darstellen. Die im Programm hinterlegten Befragungstexte werden als Textdokumente im RTF-Format abgespeichert und in der Konfigurationsdatei der entsprechenden Fragenummer zugeordnet.

Die jeweiligen Dateneingaben von den Besuchern der Phänomenta wurden zusammen mit einem Zeitstempel in einer lokalen Datenbank abgespeichert. Zur Kontrolle der gesammelten Daten sowie der Funktionsprüfung der Befragungsstation wurden die Dateneingaben des Tages als verschlüsselte Datei täglich in Form einer Tagesübersicht automatisch per Email an den Verfasser übersendet.

### 3.7.5. DatenInspektor

Der DatenInspektor ist ein vom Verfasser selbst entwickeltes Programm zur gezielten Anwendung von Bedingungsanweisungen auf den von der Befragungsstation gewonnenen Datensatz. Hierbei gilt es insbesondere, die in Kapitel 3.1. beschriebenen Bedingungen im vollen Umfang auf dem Gesamtdatensatz anzuwenden. Durch diese Vorgehensweise können Fehler durch subjektive Bewertungen von Aussagen und deren mögliche Aussortierung vermieden werden. Die Eingabe der Bedingungen erfolgte wie für Datenbanken üblich über eindeutige SQL-Anweisungen. Anweisungen aus Tabelle 8 ließen sich jedoch nicht im vollem Umfang vollständig über SQL-Befehle

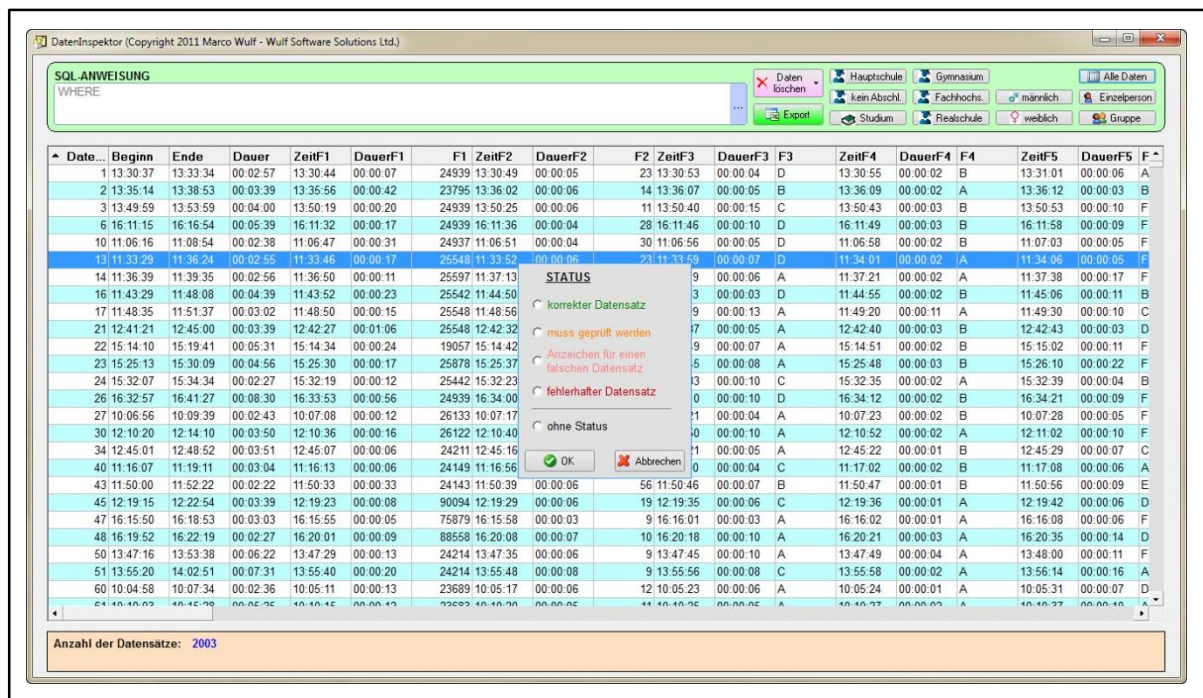


Abbildung 15: Screenshot der Software „DatenInspektor“

abarbeiten. Hierfür wurden die in Frage kommenden Items manuell bearbeitet und die betreffenden Datensätze entfernt. Über diverse Farbcodierungen wurden auffällige Datensätze dem Betrachter in der Datenübersicht dargestellt. Neben der reinen

Durchführung aller notwendigen Anweisungen zur Erfüllung der vom Verfasser gestellten Kriterien konnten gezielte Filter zur Analyse von bestimmten Merkmalen (z. B. Geschlecht, Bildungsabschluss, Einzelbesuch / Gruppenbesuch etc.) auf dem Datensatz angewendet werden.

Anschließend konnten alle im „DatenInspektor“ verarbeiteten Daten verlustfrei über die im Programm integrierte Sev-Datenschnittstelle zur weiteren Analyse und Verarbeitung in Microsoft Excel 2010 migriert werden.

### 3.7.6. Magix VideoProX3

Die Software Magix VideoProX3 ist ein Programm zur Bearbeitung und zum Schnitt von Videodateien. Neben den reinen Möglichkeiten des Video-Schnitts kann mithilfe des Programms die Filmdatei nachträglich mit Effekten und Filtern modifiziert werden. Zusätzlich können die Videodateien durch eine Vielzahl von Audiofunktionen bearbeitet und nachträglich vertont werden. Die Ausgabe der erstellten Videodateien kann in diversen Formaten erfolgen und bei Bedarf direkt auf einem optischen Datenträger gebrannt werden. Die Umcodierung in das jeweils benötigte Format erfolgt hierbei direkt durch das Programm, so dass spezielle Konverterprogramme hier nicht benötigt werden. Sämtliche im Rahmen dieser Arbeit verwendeten Videodateien wurden mithilfe von Magix VideoProX3 bearbeitet. Hierbei wurden die zahlreichen etwa 60 minütigen Videodateien angesehen und die jeweiligen Interaktionen der Besucher sekundengenau in kleine Filmsequenzen von maximal 5 Minuten Länge geschnitten und für die weitere Analyse archiviert.

### 3.8 Statistische Verfahren

Für die Bewertung der gewonnenen Beobachtungsergebnisse werden ausschließlich die gängigen Verfahren der arithmetischen Mittelwertbildung sowie der Bildung des Medians durchgeführt.

$$\bar{x}_{arith} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Der Wert des Median findet überall dort seine Verwendung, wo Abweichungen aufgrund einer geringen Stichprobengröße durch extreme Werte (Ausreißer) zu erwarten sind (VGL. MÜLLER-BENEDICT 2007).

$$\sum_{i=1}^n |\tilde{x} - x_i| \leq \sum_{i=1}^n |x - x_i|$$

Bei der Entwicklung des Kategoriensystems wurde als Maß für die Verlässlichkeit bei einer Verwendung als probates Messinstrument im Rahmen der Besucherbeobachtung der Cohens-Kappa-Wert herangezogen und das Kategoriensystem auf die Interrater-Reliabilität hin geprüft. Die Ergebnisse der Einzelwerte wurden in Beziehung zu der Kategorisierung von Cohens-Kappa-Werten mit den Werten der Tabelle 24 abgeglichen (KWIECIEN / KOPP-SCHNEIDE / BLETTNER 2011).

Wert von $K_k$	Ausmaß der Übereinstimmung
< 0,20	nicht ausreichend (poor)
0,21 – 0,40	hinreichend (fair)
0,41 – 0,60	moderat (moderat)
0,61 – 0,80	gut (good)
0,81 – 1,0	sehr gut (very good)

Tabelle 24: Kategorisierung von Cohens-Kappa-Werten (nach Kwiecien u. a. 2011)

Der Cohens-Kappa-Wert „k“ korrigiert eine zufallsbedingte Übereinstimmung von Beobachtungscodierungen im Rahmen einer Besucherbeobachtung und gibt das tatsächliche Maß der erreichten Übereinstimmung wieder (ÖHDING, 2009). Eine Berechnung des Wertes erfolgt hierbei über die Formel:

$$k = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e} = \frac{\text{Ermittelte Übereinstimmung} - \text{Zufallsübereinstimmung}}{1 - \text{Zufallsübereinstimmung}}$$

## 4. Ergebnisse

Die Darstellung der im Rahmen dieser Arbeit gewonnenen Ergebnisse gliedert sich in drei Abschnitte. Im ersten Abschnitt werden die Ergebnisse aus der interaktiven Fragestation dargestellt. Sie dienen dazu, ein genaueres Bild von den Besuchern der Phänomenta in Flensburg zu erhalten. Hierdurch wird insbesondere eine Vergleichbarkeit zu anderen Einrichtungen und weiteren Arbeiten ermöglicht.

Im zweiten Abschnitt wird auf die Darstellung der Ergebnisse aus den Basisuntersuchungen eingegangen. Hierbei lassen sich neben den jeweiligen Präferenzstrukturen für einzelne Ausstellungsräume auch die durch intensive Beobachtungen der Ausstellungsbesucher gewonnenen Erkenntnisse über die „Hots and Colds“ für einzelne Ausstellungsstücke bzw. für Klassen von Exponaten aufzeigen. Des Weiteren werden in diesem Abschnitt sowohl Geschlechts- als auch insbesondere altersstrukturelle Verhaltensmerkmale der Ausstellungsbesucher/innen dargestellt. Zu einem besseren Deutungsverständnis der hier aufgezeigten Ergebnisse sollen die bereits im ersten Abschnitt der Ergebnisdarstellung beschriebenen Erkenntnisse über die Besucherstruktur der Phänomenta Flensburg beitragen.

Im dritten Abschnitt folgt daraufhin die Darstellung der Ergebnisse aus der Videoanalyse. Sie zeigen im Detail das jeweilige Interaktionsverhalten der Besucher an ausgewählten interaktiven Ausstellungsstücken der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“.

### 4.1. Datenbefragungsstation

Im Rahmen der 15 monatigen Aufstellung der Befragungsstation im Eingangsbereich der Phänomenta Flensburg wurden insgesamt 7153 Datensätze (Rohdatensatz) generiert. Von diesen Datensätzen mussten allerdings technisch bedingt durch einen Programmierfehler 2041 Datensätze der ersten zwei Tage verworfen werden. Somit verringerte sich die Datenausgangslage auf eine Größe von  $n=5112$  Datensätzen.

Unter Verwendung der Software „DatenInspektor“ wurden die in Kapitel 3.1. aufgeführten Bedingungen vollständig auf den Datensatz angewendet. Die Zahl der für die weiteren Betrachtungen zur Verfügung stehen Datensätze verringerte sich



durch die konsequenten Bereinigungen auf eine Stichprobengröße von  $n=2007$  Datensätzen. Dies entspricht einer Outcome-Quote von 39,26%.

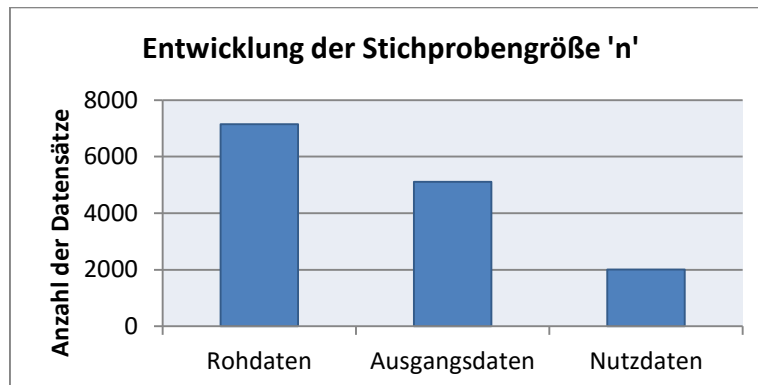


Abbildung 16: Entwicklung der Stichprobengröße

Nicht alle Besucher, die sich zur Teilnahme an der Befragung bereit erklärten, haben diese bis zum Ende durchgeführt. Mit zunehmender Anzahl an Fragen ließ die Bereitschaft der Besucher nach Fragen zu beantworten. Die durchschnittliche Dauer einer gesamten Befragung betrug 3 Minuten und 35 Sekunden.

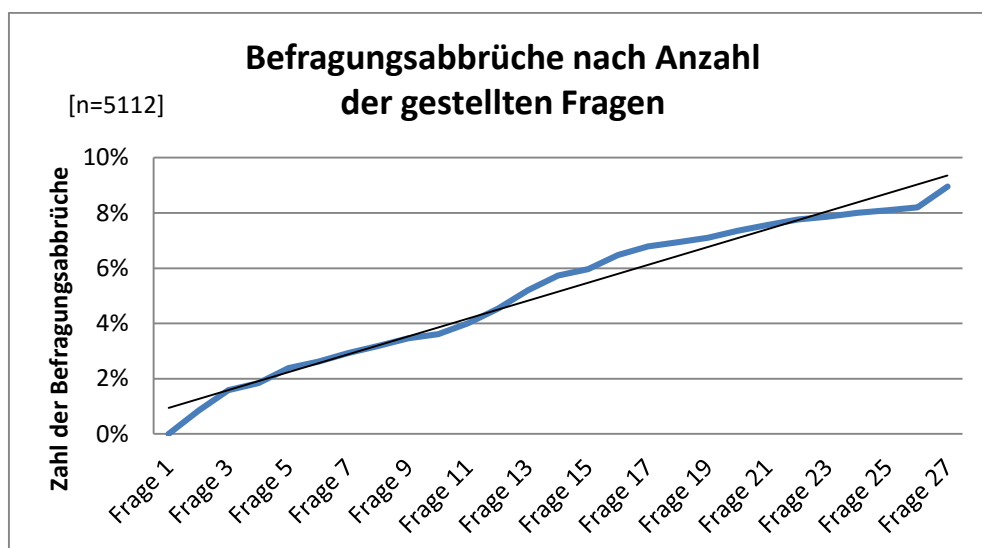


Abbildung 17: Abbrüche von Befragungsteilnehmern

Besonders ermüdend und wenig motivierend wirkte auf die Befragungsteilnehmer die Fragenbatterie der Fragen 11 – 17 (siehe Kapitel 3.1), die im Durchschnitt nach 57 Sekunden erreicht wurde. Hier gab es, wie in Abbildung 17 ersichtlich ist, überproportional viele Befragungsabbrüche.

Nachfolgend sind Basisdaten über die Besucher der Phänomenta Flensburg überwiegend rein grafisch dargestellt. Auf eine nähere Erläuterung wird weitgehend verzichtet, da die Grafiken in der Regel selbsterklärend sind.

#### 4.1.1 Herkunft der Phänomentabesucher

Betrachtet man die in Abbildung 18 dargestellte Übersicht über die Besucherherkunftsverteilung, so wird deutlich, dass der Großteil aller Besucher der Phänomenta Flensburg aus dem nördlichen Bundesgebiet stammt. Allerdings lassen sich auch größere Besucherzahlen aus den Gebieten der Postleitzahlen 4xx, 5xx und 3xx ausmachen. Die Prozentwerte geben den Anteil der Besucher bezogen auf ihre Herkunft aus dem gesamten Bundesgebiet an.

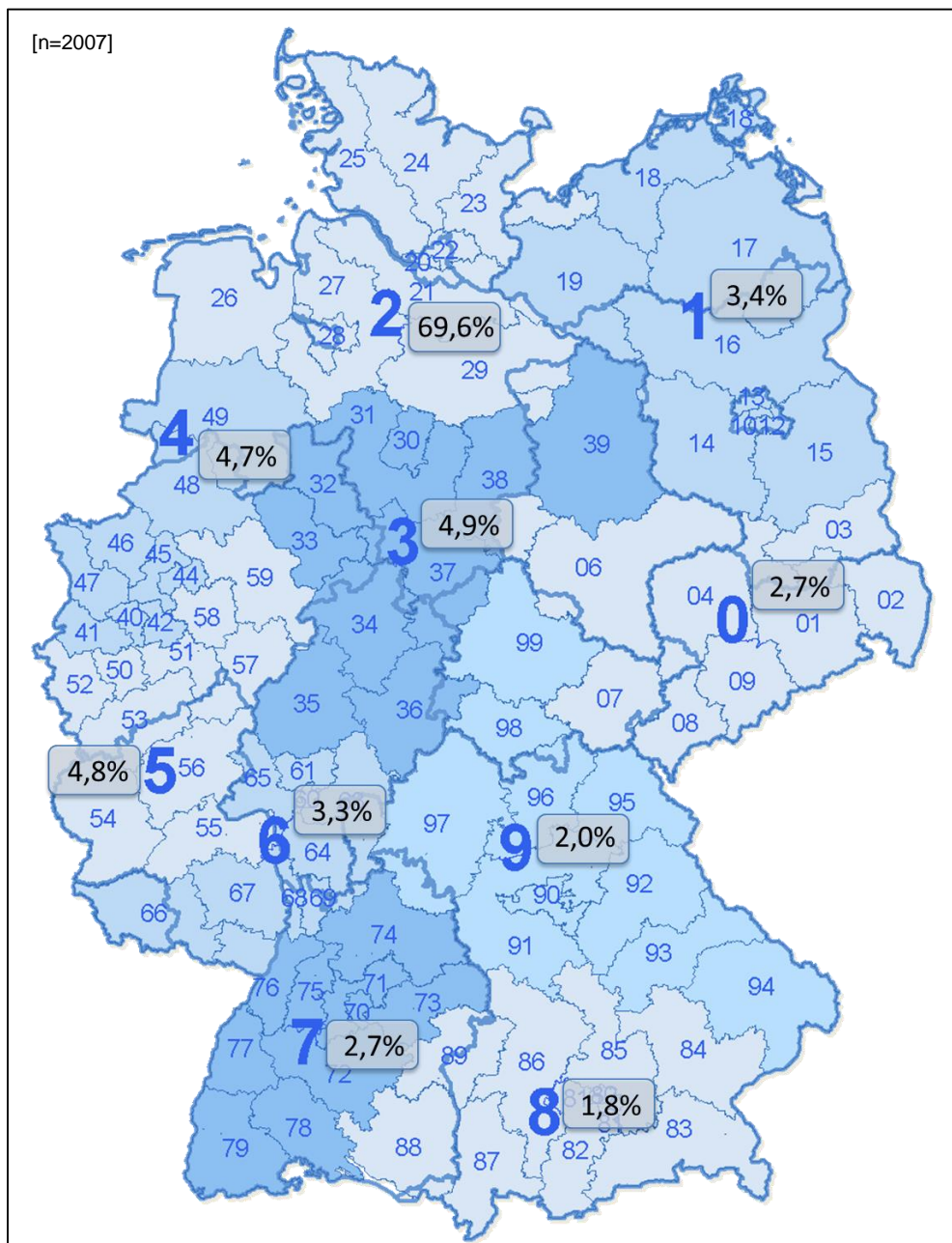


Abbildung 18: Herkunft der Phänomentabesucher aus dem gesamten Bundesgebiet

Geringe Besucherzahlen lassen sich aus den südlichsten Bereichen Deutschlands ausmachen. Allerdings zeigt die Gesamtsumme aller Besucher außerhalb des Postleitzahlbereichs 2xxxx, dass die Phänomenta Flensburg als Science Center einen überregionalen touristischen Wert für die Region hat.

Betrachtet man isoliert den Postleitzahlenbereich 2xxxx als Gebiet des höchsten Besucherzuflusses aus dem gesamten Bundesgebiet, so ergibt sich folgendes Bild:

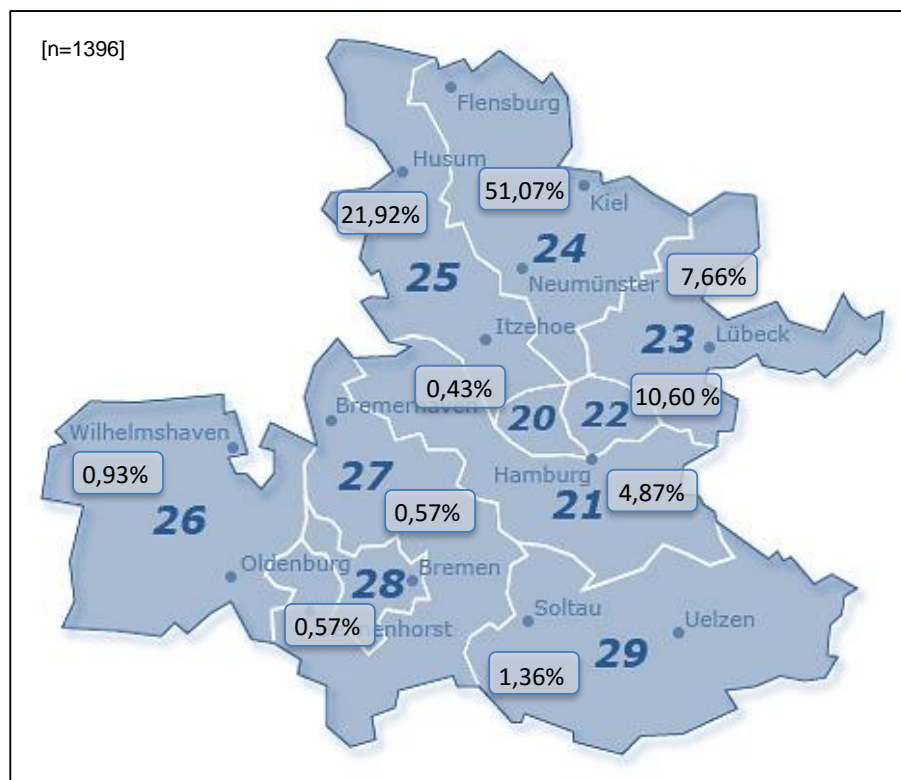


Abbildung 19: Herkunft der Phänomentabesucher aus dem Postleitzahlbereich 2xxxxx

Die Mehrheit der Besucher dieses Postleitzahlgebiets kommt aus den östlichen Landesteilen Schleswig-Holsteins, Hamburg sowie aus dem Hamburger Umland. Ferner wird die Phänomenta Flensburg häufig von Besuchern aus den Kreisen Nordfriesland, Dithmarschen und Steinburg besucht. Die Zahl der Besucher sinkt augenscheinlich mit der steigenden Entfernung zum Einrichtungsort. Der hohe Anteil an Besuchern aus den nördlichen Landesteilen Schleswig-Holsteins ist sicherlich der guten Verkehrsanbindung und der gerade für Schulklassen sehr attraktiven Kooperation zwischen der Phänomenta Flensburg und der Deutschen Bahn AG zurückzuführen. Des Weiteren lässt sich festhalten, dass die Phänomenta Flensburg als Science Center keine echten Science Center als Mitanbieter in dem direkten näheren Umfeld fürchten muss. Zwar gibt es neben der Phänomenta noch eine Vielzahl weiterer attraktiver wissenserweiternder Einrichtungen. Hier lässt sich jedoch feststellen, dass der durchgängige Ansatz von der Präsentation interaktiver

Ausstellungsinhalte, in Form von „Hands on“-Exponaten, in anderen Einrichtungen nicht konsequent genug umgesetzt wird.

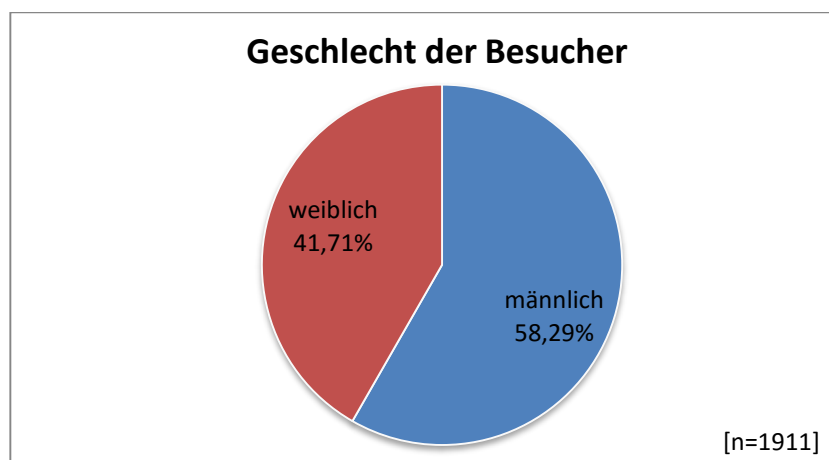
Bereich	Absolut	Prozentual
0xxxx	55	2,74%
1xxxx	68	3,39%
2xxxx	1396	69,56%
3xxxx	99	4,93%
4xxxx	94	4,68%
5xxxx	97	4,83%
6xxxx	66	3,29%
7xxxx	55	2,74%
8xxxx	36	1,79%
9xxxx	41	2,04%

**Tabelle 25:** Herkunftsübersicht der Besucher

Die Tabelle 25 zeigt noch einmal in der Übersicht die Verteilung aller Besucher der Phänomenta Flensburg aus dem gesamten Bundesgebiet. Aus ihr wird ersichtlich, dass die Phänomenta Flensburg auch aus touristischer Sicht über die Grenzen Schleswig-Holsteins hinaus von Besuchern wahrgenommen wird und im Rahmen von Urlaubsreisen an die Nord- oder die Ostsee aufgesucht wird.

#### 4.1.2 Personenbezogene Daten zum Phänomentabesuch

Auf die Frage nach ihrem Geschlecht gaben n=1911 Besucher eine gültige Antwort ab. Aus den Antworten ergibt sich folgendes Bild der Geschlechterverteilung:



**Abbildung 20:** Geschlechterverteilung der Besucher in der Phänomenta Flensburg

Demnach zeigt sich eine kleine Mehrheit an männlichen Besuchern der Phänomenta Flensburg (58,29%) gegenüber den weiblichen Besuchern (41,71%). Die jeweiligen

Betrachtungen im Hinblick auf die Unterschiede bei der Altersstruktur bringen nur geringe Abweichungen vom Gesamtergebnis.

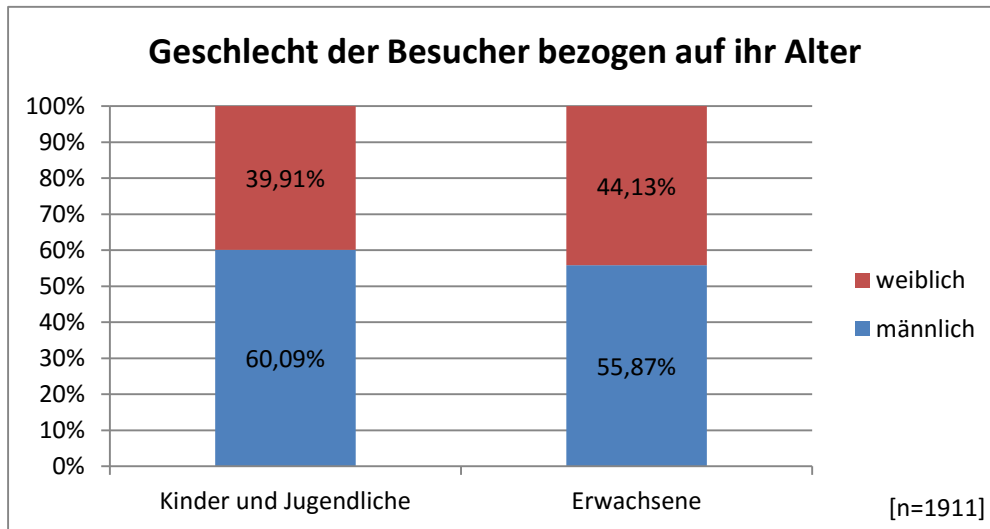


Abbildung 21: Geschlecht der Besucher bezogen auf ihre jeweilige Altersklasse

So sind die männlichen Besucher in der Gruppe der Kinder und Jugendlichen mit 60,09% und in der Gruppe der Erwachsenen mit 55,87% den weiblichen Besuchern mit 39,91% bzw. 44,13% zahlenmäßig überlegen.

Betrachtet man hingegen die Schulabschlüsse der Phänomentabesucher, so fällt auf, dass eine klare Verschiebung hin zu den bildungsnahen Schichten respektive höheren Abschlüssen erkennbar wird. Von den n=1543 gaben lediglich 5,83% der Besucher an, einen Hauptschulabschluss erreicht zu haben bzw. zur Zeit eine Hauptschule zu besuchen.

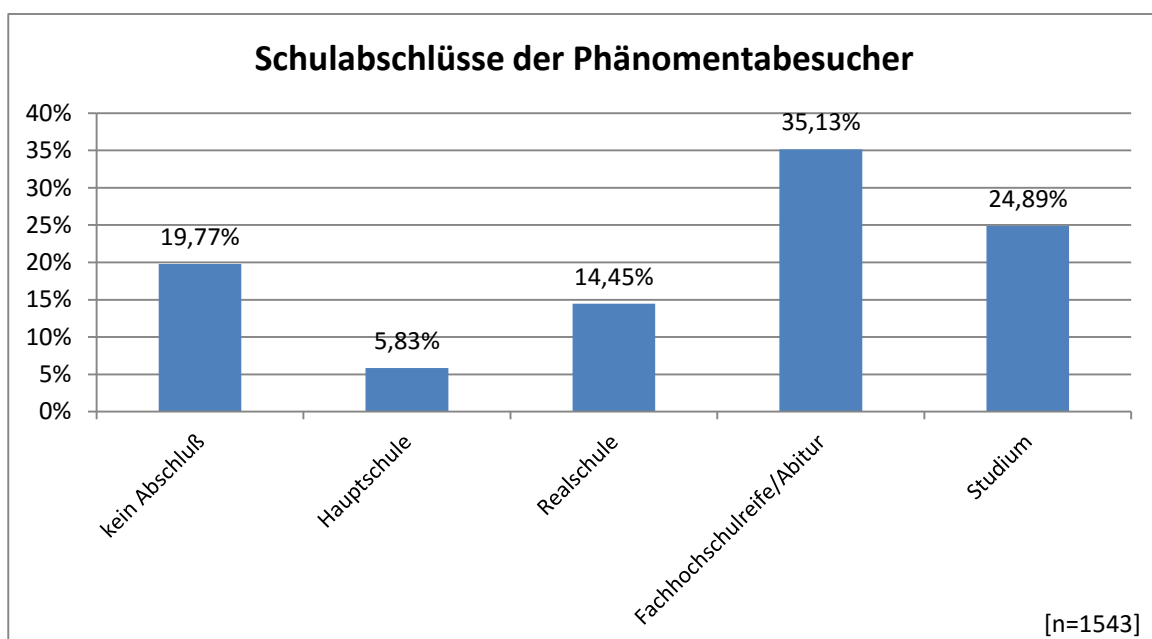


Abbildung 23: Schulabschlüsse der Phänomentabesucher

Der hohe Anteil derer, die angaben, keinen Abschluss erreicht zu haben (19,77%), ist vermutlich in der fehlerhaften Auslegung der Frage begründet. Einige Schüler scheinen hierbei nicht realisiert zu haben, dass nach dem erreichten bzw. angestrebten Schulabschluss gefragt wurde. Eine Kontrolle der Buchungsübersicht für Schulklassen konnte jedoch ebenfalls das Bild der Verschiebung zu den höheren Bildungsgängen bestätigen. Besuche von Hauptschulklassen bilden demnach eine Minderheit. Ein Blick in die Altersstruktur der Besucher, die angaben, keinen Schulabschluss erreicht zu haben, zeigt, dass von den n=305 getätigten Aussagen 72,13% zu der Altersgruppe der Kinder und Jugendlichen gehörten.

Betrachtet man die Schulabschlüsse und das Alter der Besucher in ihrer Gesamtheit, so ergibt sich folgendes Bild:

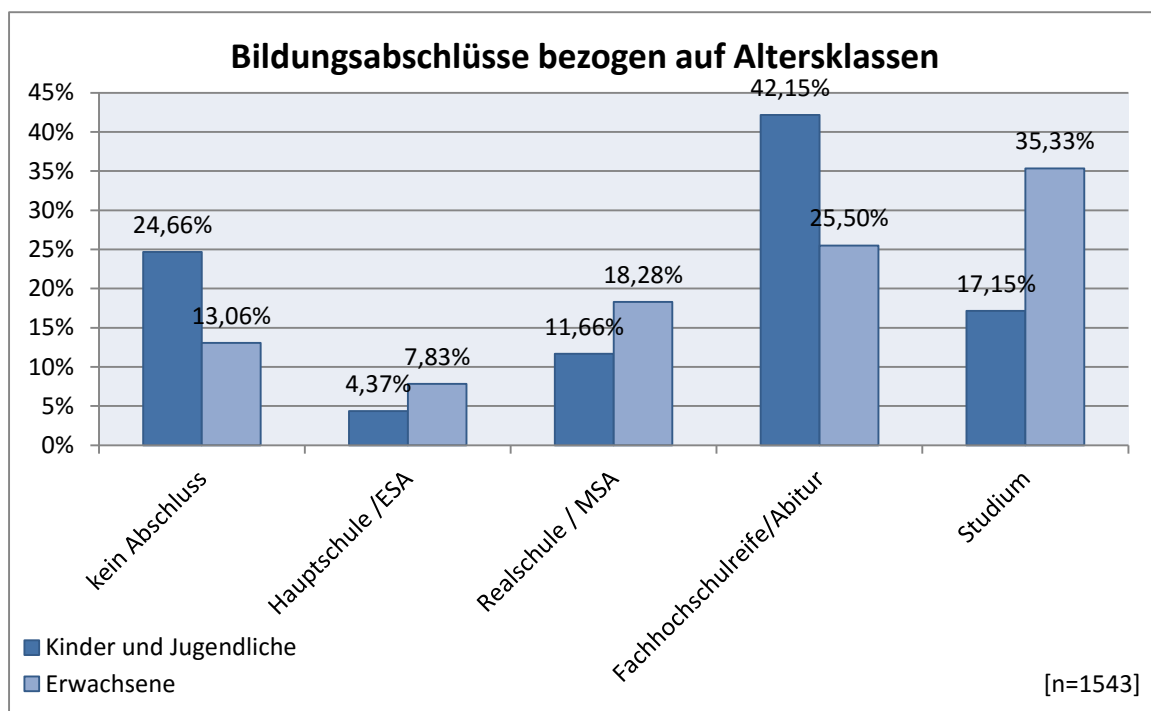
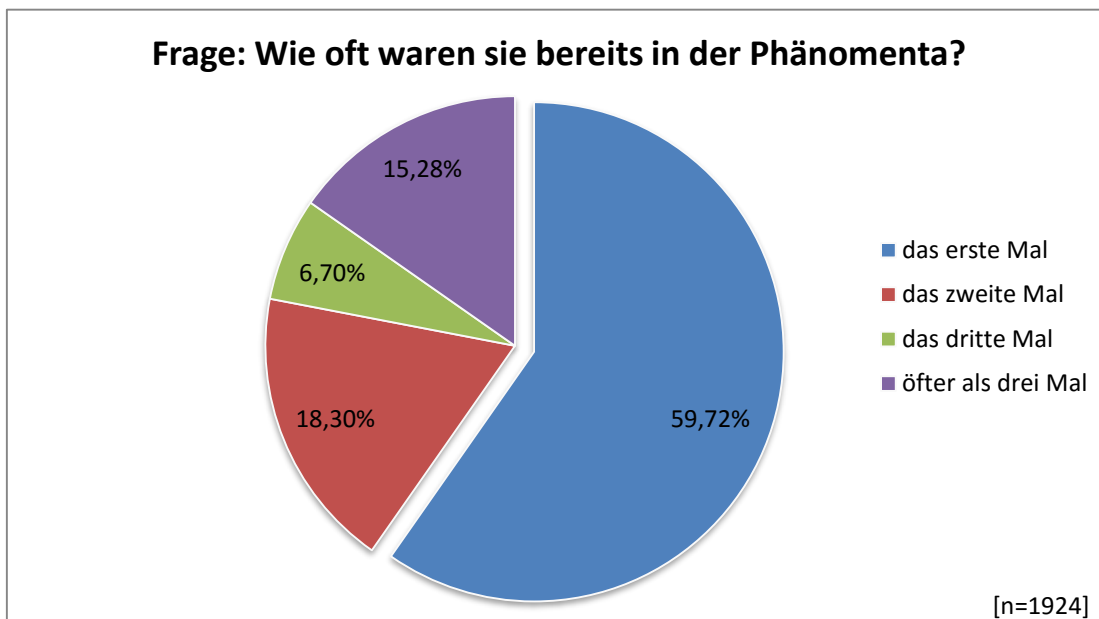


Abbildung 24: Bildungsabschlüsse der Phänomentabesucher aufgeteilt in Altersklassen

Die Übersicht macht noch einmal deutlich, dass gerade die erwachsenen Besucher der Phänomenta Flensburg über höhere Bildungsabschlüsse wie Hochschulabschlüsse verfügen oder diese zur Zeit gerade anstreben. So gaben 35,33% der erwachsenen Besucher an, ein Hochschulstudium abgeschlossen zu haben bzw. zur Zeit ein Studium zu absolvieren. Diese Zahlen legen nahe, dass vielfach Studenten der Universität Flensburg das Science Center Phänomenta als Ort des erkundenden Lernens nutzen. Kumuliert man die Anteile der höheren Bildungsgänge wie die Fachhochschulreife / Abitur mit den Hochschulabschlüssen, so

fällt auf, dass die Summen beider Altersgruppen mit 59,30% bei den Kindern und Jugendlichen sowie mit 60,83% bei den Erwachsenen nur 1,53% weit auseinanderliegen. Hieraus lässt sich eine hohe Plausibilität der gewonnenen Zahlenergebnisse folgern, da die Kinder und Jugendlichen, die zur Zeit daran arbeiten, ihren höheren Bildungsabschluss zu erreichen, zum großen Teil ein Studium aufnehmen. Des Weiteren lässt sich aufzeigen, dass 18,28% der volljährigen Besucher der Phänomenta mindestens den mittleren Bildungsabschluss besitzen.



**Abbildung 25:** Anzahl der Besuche in der Phänomenta Flensburg

Auf die Frage nach der Anzahl der bereits erfolgten Besuche der Phänomenta Flensburg gaben n=1924 Personen eine Antwort. In Abbildung 25 wird deutlich, dass die weitgehende Mehrheit mit 59,72% der Besucher die Phänomenta zum ersten Mal besucht. 18,30% der Besucher geben hingegen an, die Phänomenta bereits zum zweiten Mal aufgesucht zu haben. Jedoch nur 6,70% der Phänomentabesucher besuchten die Phänomenta Flensburg ein drittes Mal. Hier zeigt sich ein deutlicher Sättigungseffekt, da die Differenz zu den Werten der Zweitbesucher einen hohen Wert von 11,60% aufweist. Allerdings lässt sich diese Annahme keineswegs pauschalisieren, da die Zahl derer, die die Phänomenta bereits öfter als drei Mal besucht haben und schon als eine Art „Stammkunden-Klientel“ angesehen werden können, mit 15,28% einen vergleichsweise hohen Anteil der Besucher ausmacht. Ein Blick auf die Altersstruktur (n=252) der „Stammkunden“ zeigt auf, dass gerade die erwachsenen Besucher mit einem hohen Bildungsgrad bzw. höheren

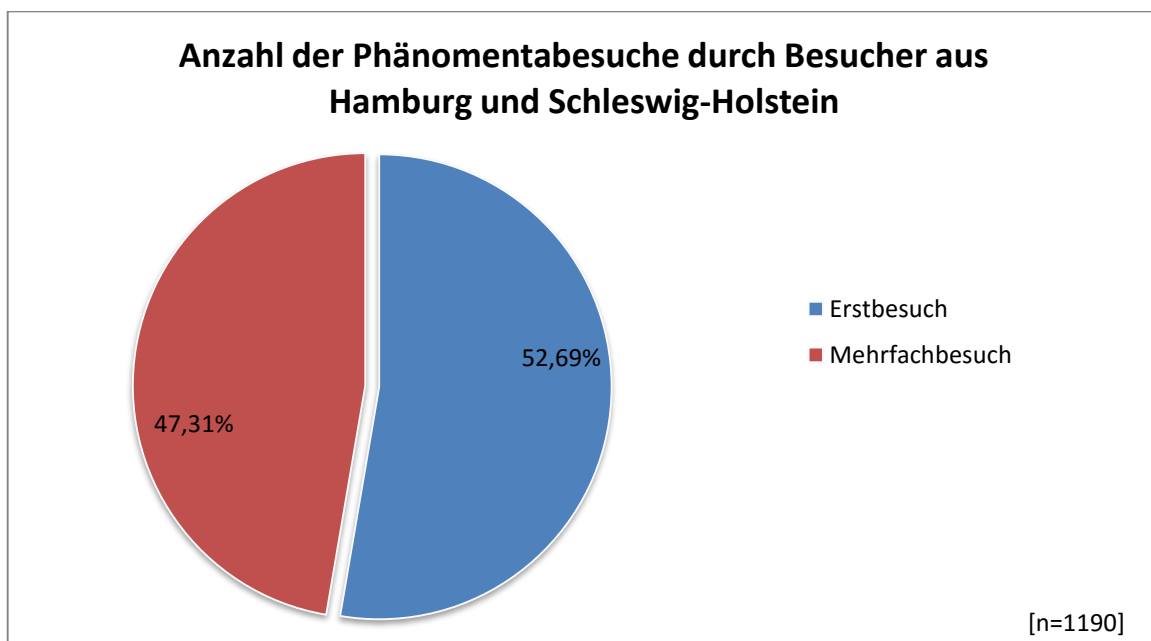
Bildungsabschlüssen die Phänomenta mehrfach aufsuchen. Ihr Anteil innerhalb der Stammbesucherschaft liegt bei 62,50%. Von ihnen gaben, wie in Tabelle 26 ersichtlich wird, 39,17% an, ein Hochschulstudium zu absolvieren bzw. bereits absolviert zu haben.

Bildungsabschluss	Erwachsene
(Fach)Hochschulstudium	39,17%
Fachhochschulreife / Abitur	23,33%
Realschule	6,67%
Hauptschule	3,33%
Kein Abschluss	27,50%

**Tabelle 26:** Übersicht der Bildungsabschlüsse der erwachsenen Mehrfachbesucher

Neben dieser großen Gruppe von Stammbesuchern gaben 27,50% der Mehrfachbesucher an, keinen Schulabschluss erlangt zu haben. Dies bildet den Gegenpol zu den vorher angeführten Feststellungen.

Eine räumliche Betrachtung der Besucherherkunft mit einer Trennung entlang der Landesgrenzen von Schleswig-Holstein und Hamburg ergab folgendes Bild:



**Abbildung 26:** Darstellung der Besuchshäufigkeit der Phänomenta Flensburg von Besuchern/innen aus Hamburg und Schleswig-Holstein

Somit scheint es ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Erst- (52,69%) und Mehrfachbesuchern (47,31%) der Phänomenta Flensburg zu geben. In Bezug auf die räumlichen Entfernungen erscheint die Phänomenta gerade für das nördliche Umfeld ein lohnendes Ausflugsziel.



Die Analyse der Befragungsergebnisse (n=1871) in Hinblick auf die Frage eines Einzel- oder Gruppenbesuchs der Phänomenta ergab folgendes Bild:

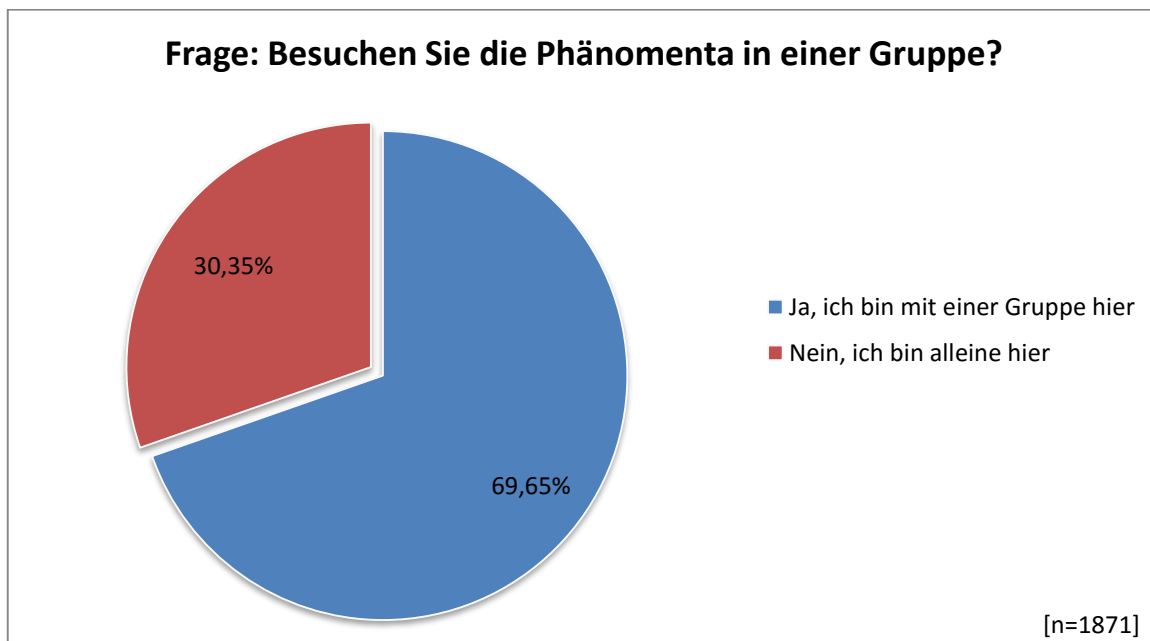


Abbildung 27: Darstellung Gruppenbesuch oder Einzelbesuch

Demnach handelt es sich bei den Besuchern zum überwiegenden Teil (69,65%) um Besucher, die mit mehreren Personen die Einrichtung aufsuchen. Dagegen besuchen lediglich 30,35% der Phänomentabesucher die Ausstellung als Einzelpersonen. Eine genauere Untersuchung der Befragungsergebnisse zeigte, dass das Alter ein entscheidender Faktor für den Einzel- bzw. Gruppenbesuch ist.

Wie in der Abbildung 28 ersichtlich wird, ist die Gruppe der Kinder und Jugendlichen (n=1078), die die Phänomenta Flensburg als Mitglied einer Gruppe besuchen, in etwa Dreiviertel aller Fälle (75,70%) die bevorzugte Besuchsform. Lediglich 24,30% der Kinder und Jugendlichen gaben an, als Einzelperson die Phänomenta zu besuchen. Bei der Untersuchungsgruppe der Erwachsenen (n=791) hingegen ergab sich ein etwas abgewandeltes Bild. So war auch in der Gruppe der Erwachsenen mit 61,44% die bevorzugte Besuchsform der Besuch als Mitglied einer Gruppe. Allerdings war dementsprechend auch der Anteil derer, die die Phänomenta Flensburg als Einzelperson besuchten, mit einem Wert von 38,56% unerwartet groß. Geschlechterspezifische Unterschiede ließen sich bei beiden Untersuchungsgruppen (n=1869) innerhalb ihrer jeweiligen Gruppe, wie in Tabelle 27 ersichtlich ist, hingegen nicht in einem größeren Umfang feststellen.

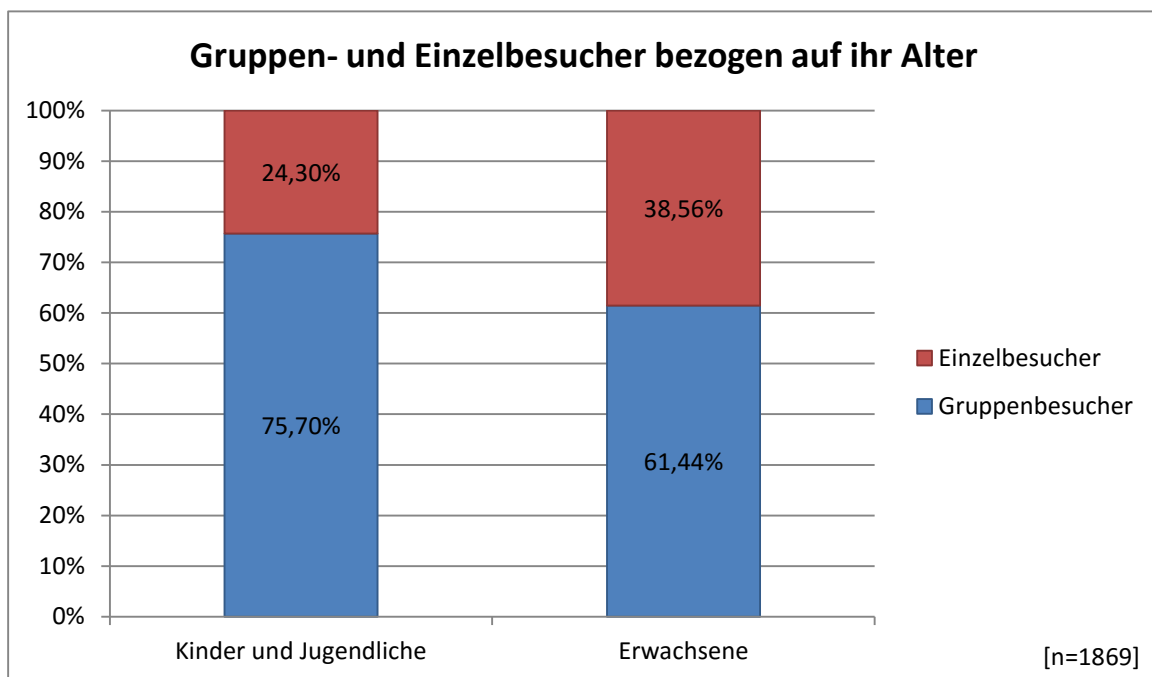


Abbildung 28: Darstellung der Gruppen- und Einzelbesucher unter Berücksichtigung ihrer Altersklasse

Die Differenzbeträge zwischen den jeweiligen Antwortausprägungen liegt innerhalb der Gruppe der Kinder und Jugendlichen in beiden Fällen bei einem Wert von 0,78%. Kleinere Unterschiede zeigten sich hingegen in der Untersuchungsgruppe der Erwachsenen. Ihre Differenzbeträge liegen bei beiden Antwortgruppen mit einem Wert von 3,61% ebenfalls in einem sehr hohen Bereich der geschlechtsspezifischen Übereinstimmung.

	Kinder und Jugendliche		Erwachsene	
	♀	♂	♀	♂
<b>Gruppenbesucher</b>	75,23%	76,01%	59,43%	63,04%
<b>Einzelbesucher</b>	24,77%	23,99%	40,57%	36,96%

Tabelle 27: Darstellung der Untersuchungsgruppen Kinder und Jugendliche / Erwachsene mit ihren jeweiligen Antwortausprägungen „Gruppenbesucher“ oder „Einzelbesucher“

Abbildung 29 zeigt die Verteilung der Antworten (n=1883) aus der Befragungsstation auf die Frage, wodurch die Besucher auf die Phänomente in Flensburg aufmerksam gemacht wurden. Mehrheitlich lässt sich hierbei die Empfehlung durch Freunde oder Bekannte erkennen. Mit einem Anteil von 40,79% liegt dieser Wert über alle untersuchten Altersklassen hinweg unangefochten an oberster Stelle.

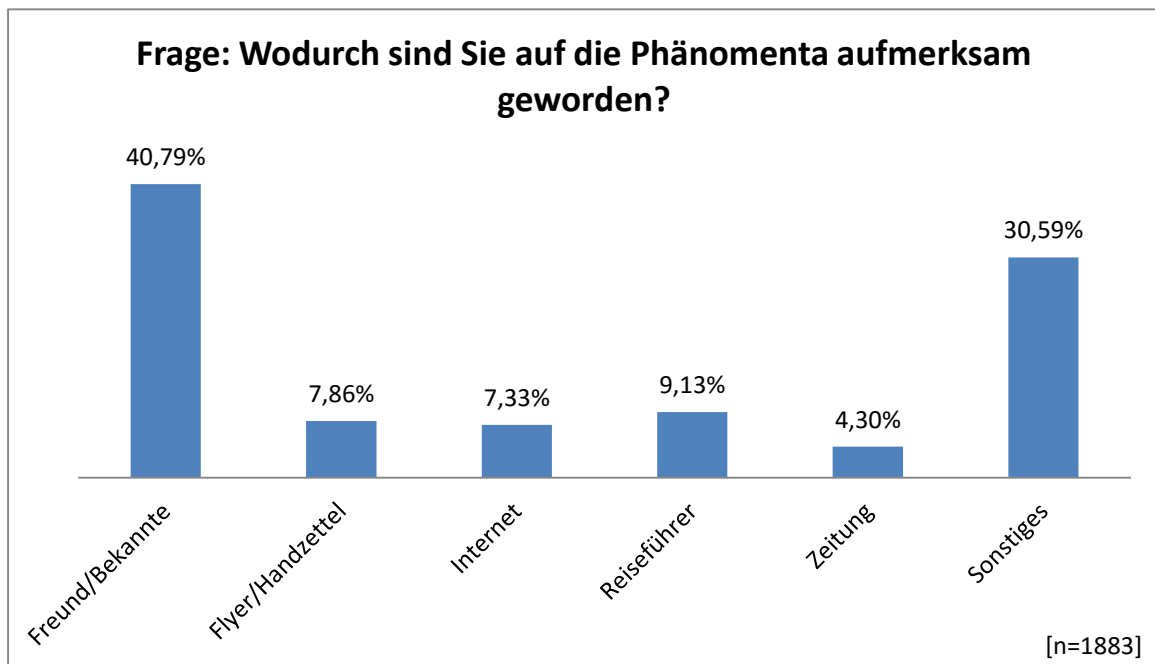


Abbildung 29: Wie sind die Besucher auf die Phänomente aufmerksam geworden?

Der Aussagewert „Sonstiges“ erhielt mit 30,59% ebenfalls einen beachtlich hohen Wert an Nennungen. Gerade in der Gruppe der Kinder und Jugendlichen lässt sich vermuten, dass sich unter dieser Antwort u. a. auch die Informationen durch die besuchenden Schulen im weitesten Sinne subsumieren lassen. Die übrigen dargestellten Antwortmöglichkeiten variieren mit geringen Schwankungen innerhalb der jeweiligen Altersgruppe. Eine Übersicht bietet die Aufstellung in Tabelle 28.

[n=1881]	Kinder und Jugendliche	Erwachsene
<b>Freunde / Bekannte</b>	41,35%	40,00%
<b>Flyer / Handzettel</b>	5,92%	10,50%
<b>Internet</b>	5,64%	9,50%
<b>Reiseführer</b>	9,62%	8,50%
<b>Zeitung</b>	2,41%	6,88%
<b>Sonstiges</b>	35,06%	24,63%

Tabelle 28: Übersicht über die Antworten beider Altersklassen auf die Frage, wie sie auf die Phänomente aufmerksam wurden

Auf die Frage nach dem Interesse für die Naturwissenschaften im Allgemeinen (Abbildung 30) zeichnete sich ein überaus positives Bild ab. Eine Zusammenlegung der Merkmalsausprägungen „stimme voll zu“ und „stimme zu“ (48,95% und 29,52%) sowie der Merkmalswerte „stimme eher nicht zu“ und „stimme nicht zu“ (12,09% und 9,44%) zeigt einen deutlichen Überhang für ein Interesse an den Naturwissenschaften.

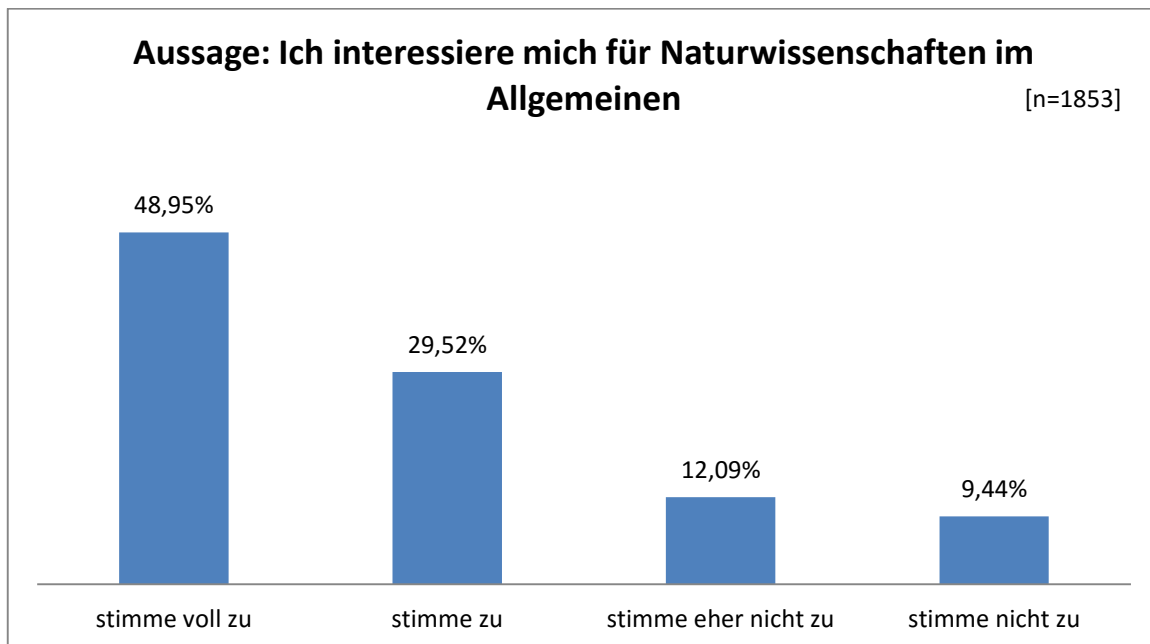


Abbildung 30: Darstellung der Aussage „Ich interessiere mich für Naturwissenschaften im Allgemeinen“

In der Summe gaben 78,47% der Besucher der Phänomenta Flensburg an, sich für Naturwissenschaften zu interessieren. Der verbleibende Rest von 21,53% zeigt kein besonderes Interesse an naturwissenschaftlichen Inhalten.

Ein Vergleich der Antworten, bezogen auf das Geschlecht der Befragten, zeigt, wie aus Tabelle 29 ersichtlich wird, einen geschlechtsspezifischen Unterschied im jeweiligen Interesse an den Naturwissenschaften auf.

[n=1853]	Weiblich ♀	Männlich ♂
Stimme voll zu	40,08%	55,34%
Stimme zu	31,18%	28,32%
	71,26%	
Stimme eher nicht zu	17,53%	8,17%
Stimme nicht zu	11,21%	8,17%
	16,34%	

Tabelle 29: Darstellung der Aussage „Interesse an Naturwissenschaften“ bezogen auf das Geschlecht

Die Hinzunahme der Alterskriterien (Kinder und Jugendliche / Erwachsene) brachte die in Abbildung 31 ersichtliche Verteilung. Demnach scheint das männliche

Geschlecht über beide Altersklassen hinweg mit einem Wert von 82,13% in der Gruppe der Kinder und Jugendlichen und 85,88% bei den Erwachsenen eine höhere Affinität zu den Naturwissenschaften im Allgemeinen zu haben als es bei den weiblichen Besuchern der Fall zu sein scheint. Bei ihnen bekundeten 72,83% der Kinder und Jugendlichen und 69,34% der Erwachsenen ein Interesse an den Naturwissenschaften.

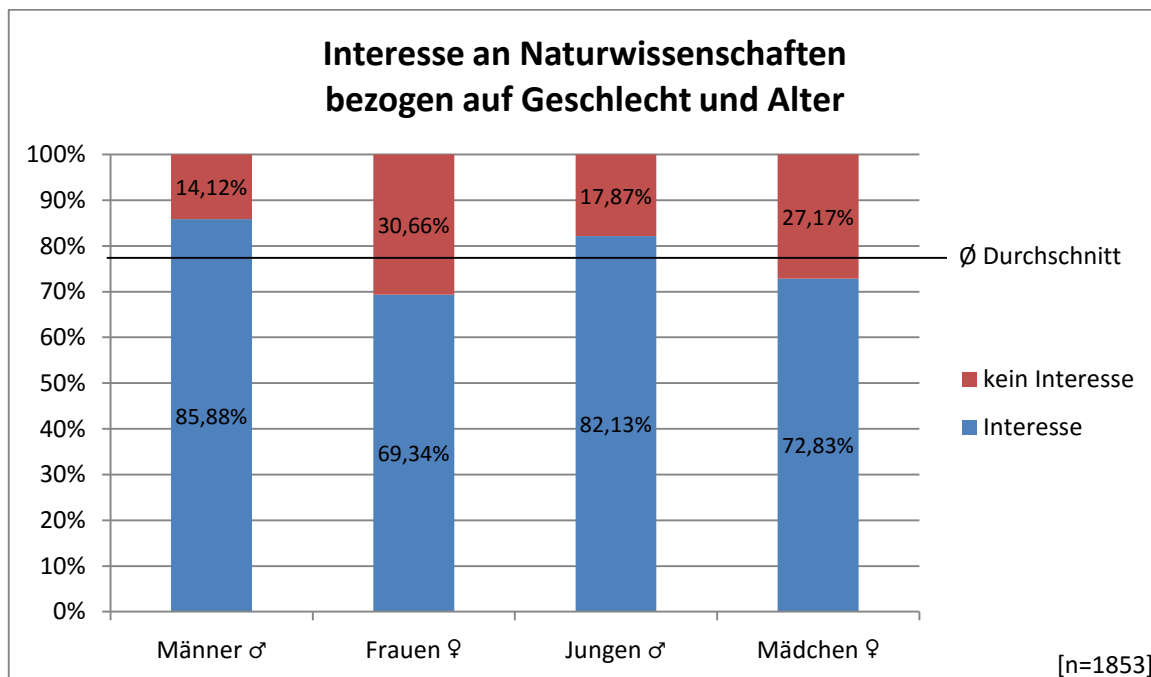


Abbildung 31: Interesse an den Naturwissenschaften in den jeweiligen Geschlechts- und Altersgruppen

Trotz der Unterschiede zwischen den jeweiligen Untersuchungsgruppen lässt sich feststellen, dass über die Geschlechts- und Altersstrukturen hinweg ein hohes Maß an Interesse für naturwissenschaftliche Inhalte besteht. Betrachtet man die Altersentwicklung vom Mädchen zur Frau und vom Jungen zum Mann, so fällt auf, dass das Interesse bei den Frauen mit zunehmendem Alter leicht sinkt (3,49%), bei den Männern hingegen leicht ansteigt (+3,75%).

Die Antworten zu der Aussage „Durch meine eigenen Schulerfahrungen ist mein Verhältnis zu den Naturwissenschaften eher negativ belastet“ zeigen ein genaueres Bild über die individuellen schulischen Erfahrungen der Phänomentabesucher mit den Naturwissenschaften. Hieraus lassen sich unter Umständen Hinweise oder gar Begründungen für die jeweiligen Ausprägungen der Untersuchungsgruppen ableiten. Wie in Abbildung 32 ersichtlich ist, sind die von den Besuchern im schulischen Bereich gewonnenen Erfahrungen vom Grundsatz her als tendenziell positiv zu bewerten. Eine

Kumulierung der jeweiligen Ausprägungspole zeigt, dass 64,13% der Aussage nicht zustimmen. Lediglich etwa ein Drittel der befragten Personen (35,87%) gab an, in ihrem Verhältnis zu den Naturwissenschaften eher negativ belastet zu sein.

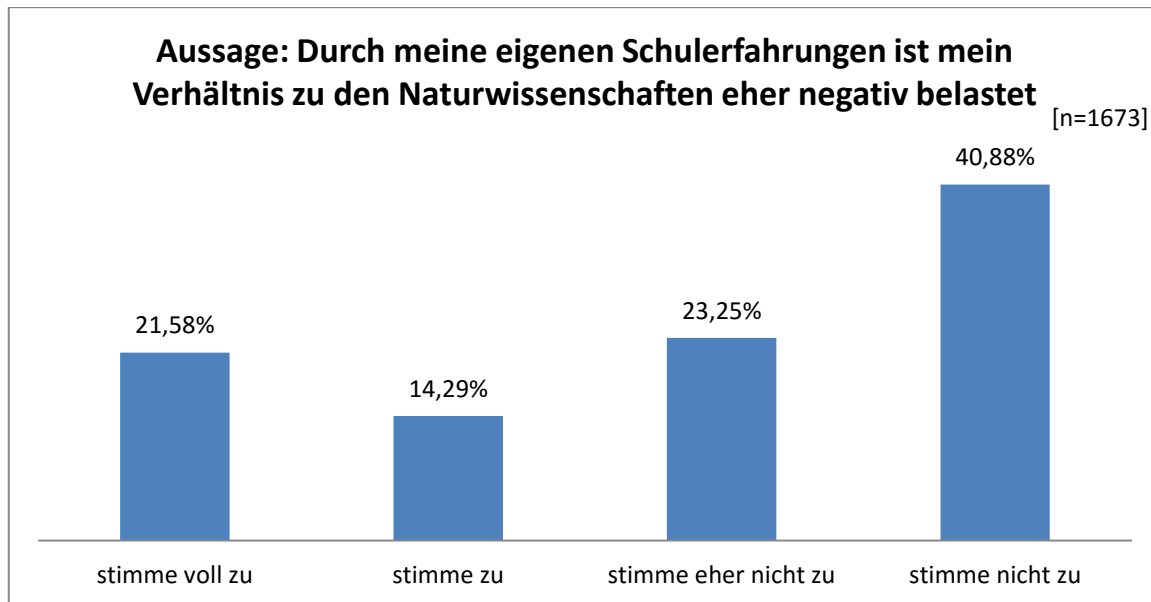
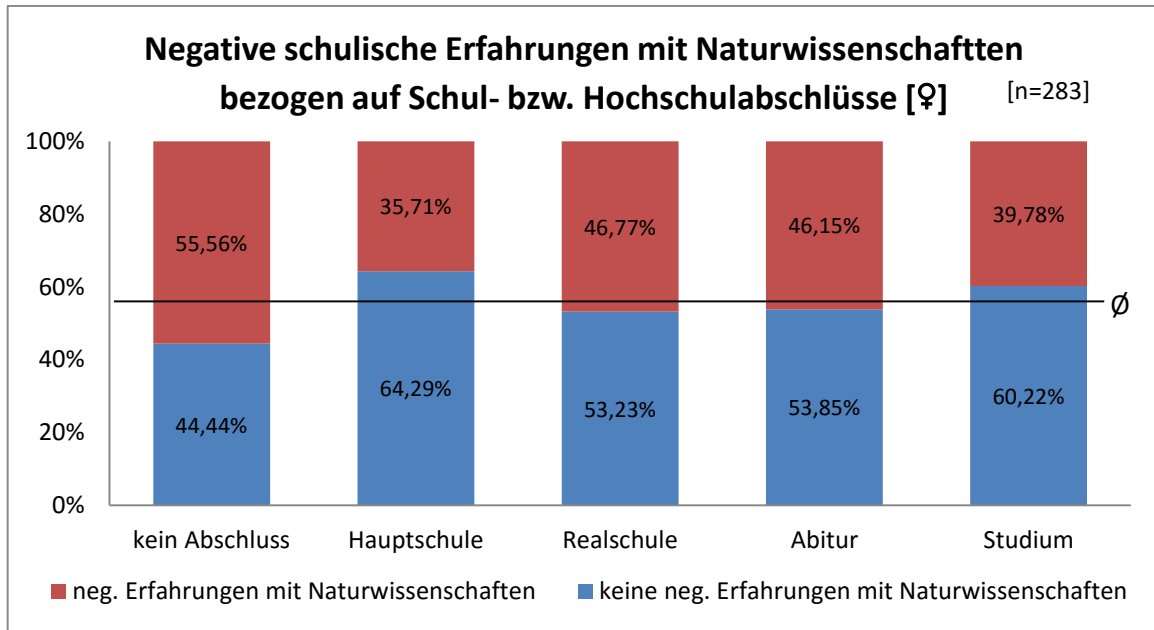


Abbildung 32: Darstellung der Aussage „Durch meine eigenen Schulerfahrungen ist mein Verhältnis zu den Naturwissenschaften eher negativ belastet“

Eine geschlechtsspezifische Unterteilung der Untersuchungsgruppe „Kinder und Jugendliche“ ergab keine nennenswerte Unterschiede hinsichtlich der jeweils gewonnenen Schulerfahrungen in Bezug auf das Verhältnis zu den Naturwissenschaften (Mädchen 62,82%, Jungen 64,36%). Bei der Gruppe der Erwachsenen gab es jedoch in dieser Frage deutliche geschlechtsbezogene Unterschiede. Wie aus Tabelle 30 ersichtlich wird, tendieren Männer mit einem Wert von 71,90% eher dazu diese Frage zu verneinen. Die befragten Frauen gaben hingegen nur zu 55,48% an, nicht negativ in Bezug auf die Naturwissenschaften belastet zu sein. Demzufolge haben mit 44,52% nahezu die Hälfte der erwachsenen Frauen und 28,10% der Männer negative Erfahrungen in Hinblick auf ihre schulischen Begegnungen mit den naturwissenschaftlichen Fächern gemacht.

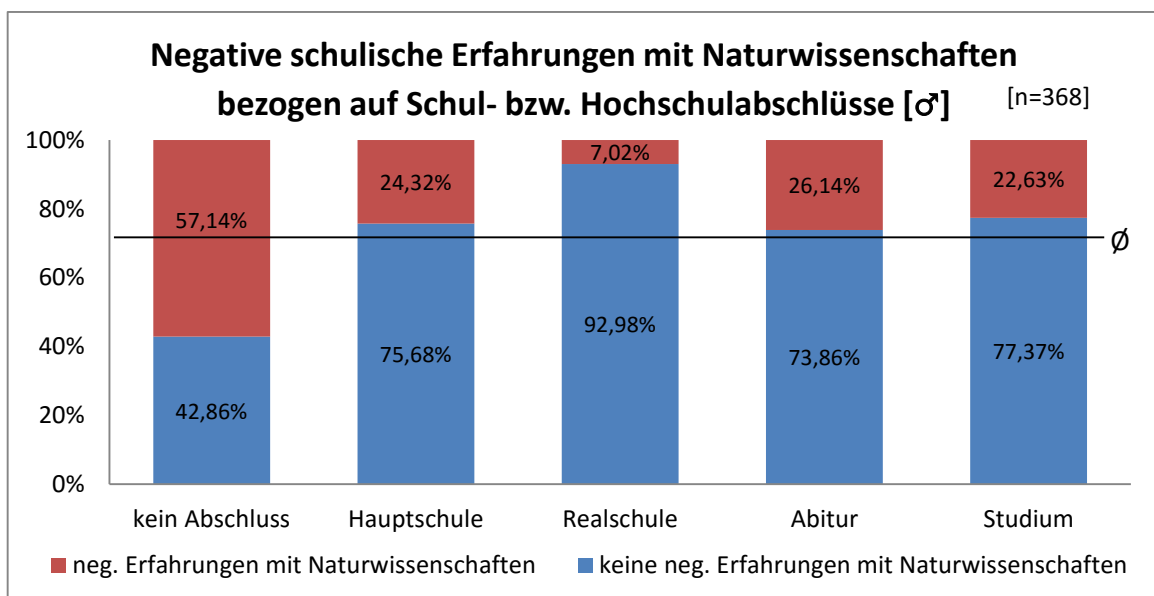
[n=705]	Weiblich ♀	Männlich ♂
Stimme voll zu	23,55%	14,43%
Stimme zu	20,97%	13,67%
	44,52%	
Stimme eher nicht zu	22,26%	23,29%
Stimme nicht zu	33,23%	48,61%
	71,90%	

Tabelle 30: Aussage „Durch meine eigenen Schulerfahrungen ist mein Verhältnis zu den Naturwissenschaften eher negativ belastet“ in der Gruppe der Erwachsenen



**Abbildung 33:** Negative schulische Erfahrungen der Frauen mit Naturwissenschaften bezogen auf ihre Schulbildung

Betrachtet man die hierzu in Abbildung 33 dargestellten erreichten Schulabschlüsse, so fällt auf, dass die Frauen, die einen Hauptschulabschluss erlangt haben, mit einem Wert von 64,29% auf einem etwa vergleichbaren Niveau liegen wie die Absolventen einer Hochschule. In der Untersuchungsgruppe der Hochschulabsolventen gaben 60,22% an, keine negativen Erfahrungen in der Schulzeit in Bezug auf Naturwissenschaften erlebt zu haben.



**Abbildung 34:** Negative schulische Erfahrungen in der Gruppe der Männer bezogen auf ihre Schulbildung

Die Befragung der Phänomentabesucher nach ihrer individuellen Einschätzung und Wertung der naturwissenschaftlichen Schulfächer Physik, Chemie und Biologie erbrachte folgendes Bild:

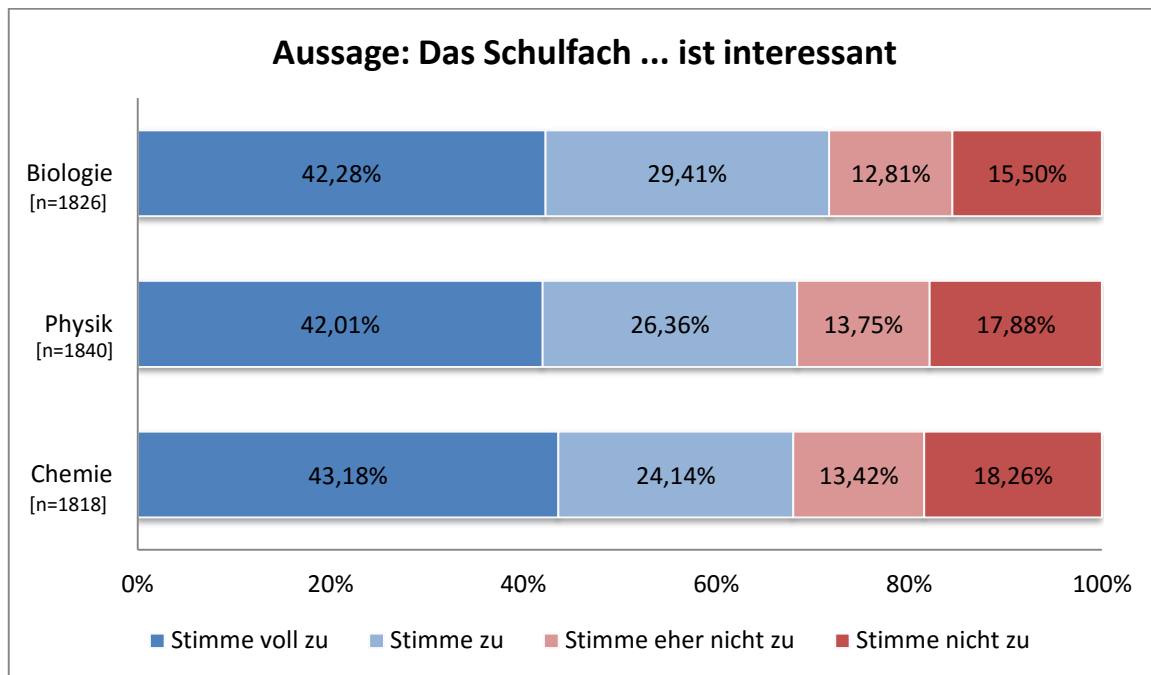


Abbildung 35: Darstellung des Interesses an naturwissenschaftlichen Schulfächern

Abbildung 35 zeigt über die Fächergrenzen hinweg ein durchgängig hohes Interesse an den jeweiligen Schulfächern. Etwa zwei Drittel bis drei Viertel der Befragten Personen finden demnach die naturwissenschaftlichen Fächer interessant. Eine Analyse der Ergebnisse in Hinblick auf geschlechts- und altersspezifische Merkmale zeigt jedoch ein stark differenziertes Bild (siehe Tabellen 31 - 33).

Physik	Stimme voll zu	Stimme zu	Stimme eher nicht zu	Stimme nicht zu
Erwachsen ♀ [n=348]	29,89%	20,98%	26,15%	22,99%
	$\Sigma$ 50,86%		$\Sigma$ 49,14%	
Erwachsen ♂ [n=433]	52,19%	27,02%	8,78%	12,01%
	$\Sigma$ 79,21%		$\Sigma$ 20,79%	
Kinder u. Jugendl. ♀ [n=424]	33,02%	27,59%	17,22%	22,17%
	$\Sigma$ 60,61%		$\Sigma$ 39,39%	
Kinder u. Jugendl. ♂ [n=635]	47,72%	28,03%	8,03%	16,22%
	$\Sigma$ 75,75%		$\Sigma$ 24,25%	

Tabelle 31: Angaben der Besucher auf die Frage nach dem Interesse an dem Schulfach Physik

Über beide Altersklassen hinweg lässt sich eine geschlechtsspezifische Präferenz in Bezug auf das Schulfach Physik sowohl bei den Männern (79,21%) als auch bei den



Jungen (75,75%) feststellen. Lediglich 50,85% der befragten Frauen gaben an, Interesse an dem Schulfach Physik zu haben. Bei den Mädchen hingegen ist ein etwas größeres Interesse mit einem Wert von 60,61% festzustellen.

Ein ähnliches Bild zeigt sich in Bezug auf das Interesse an dem naturwissenschaftlichen Schulfach Chemie (Tabelle 32). Mit 51,02% in der Gruppe der weiblichen Erwachsenen und einem Wert von 64,99% bei den Kindern und Jugendlichen liegen die Werte deutlich unter denen der Vergleichsgruppen des männlichen Geschlechts (Erwachsen 69,23%; Kinder u. Jugendliche 79,33%). Bei beiden Geschlechtern lässt sich eine starke Abnahme des Interesses bezogen auf die jeweilige Altersklassen feststellen. So fiel das Interesse der weiblichen Besucher mit dem Erreichen des Erwachsenenalters um 13,97%. Bei den männlichen Besuchern der Phänomenta fiel das Interesse an Chemie um 10,10%.

<b>Chemie</b>	<u>Stimme voll zu</u>	<u>Stimme zu</u>	<u>Stimmer eher nicht zu</u>	<u>Stimme nicht zu</u>
Erwachsen ♀ [n=343]	31,20%	19,83%	25,07%	23,91%
	<u>∑ 51,02%</u>		<u>∑ 48,98%</u>	
Erwachsen ♂ [n=429]	40,09%	29,14%	13,75%	17,02%
	<u>∑ 69,23%</u>		<u>∑ 30,77%</u>	
Kinder u. Jugendl. ♀ [n=417]	38,13%	26,86%	15,11%	19,90%
	<u>∑ 64,99%</u>		<u>∑ 35,01%</u>	
Kinder u. Jugendl. ♂ [n=629]	55,17%	24,17%	5,72%	14,94%
	<u>∑ 79,33%</u>		<u>∑ 20,67%</u>	

**Tabelle 32:** Angaben der Besucher auf die Frage nach dem Interesse an dem Schulfach Chemie

Bei dem Schulfach Biologie ist das Interesse der untersuchten Personen sowohl über die Geschlechts- als auch über die Altersstruktur auf einem ähnlich hohen Niveau (Erwachsene ♀: 71,51%, ♂: 73,72% / Kinder u. Jugendliche ♀: 65,71%; ♂: 74,37%).

<b>Biologie</b>	<u>Stimme voll zu</u>	<u>Stimme zu</u>	<u>Stimmer eher nicht zu</u>	<u>Stimme nicht zu</u>
Erwachsen ♀ [n=344]	43,31%	28,20%	12,79%	15,70%
	<u>∑ 71,51%</u>		<u>∑ 28,49%</u>	
Erwachsen ♂ [n=430]	39,07%	34,65%	13,26%	13,02%
	<u>∑ 73,72%</u>		<u>∑ 26,28%</u>	
Kinder u. Jugendl. ♀ [n=420]	37,14%	28,57%	15,71%	18,57%
	<u>∑ 65,71%</u>		<u>∑ 34,29%</u>	
Kinder u. Jugendl. ♂ [n=632]	47,31%	27,06%	10,60%	15,03%
	<u>∑ 74,37%</u>		<u>∑ 25,63%</u>	

**Tabelle 33:** Angaben der Besucher auf die Frage nach dem Interesse an dem Schulfach Biologie

### 4.1.3 Grunddaten zum Phänomentabesuch

Bei der bewertenden Frage, ob der Besuch der Phänomenta Flensburg als lohnenswert anzusehen ist, ist mit einem Summenwert von 84,66% eine sehr deutliche Zustimmung erkennbar. Auffällig ist mit einem Wert von 12,01% hingegen die Aussage derer, die den Besuch als nicht lohnenswert erachten. Dieser „Pol-Wert“ liegt mehr als dreifach über dem Wert von 3,34%, den die Besucher und Besucherinnen der Merkmalsausprägung „*stimme eher nicht zu*“ in der Bewertungsfrage gegeben haben.

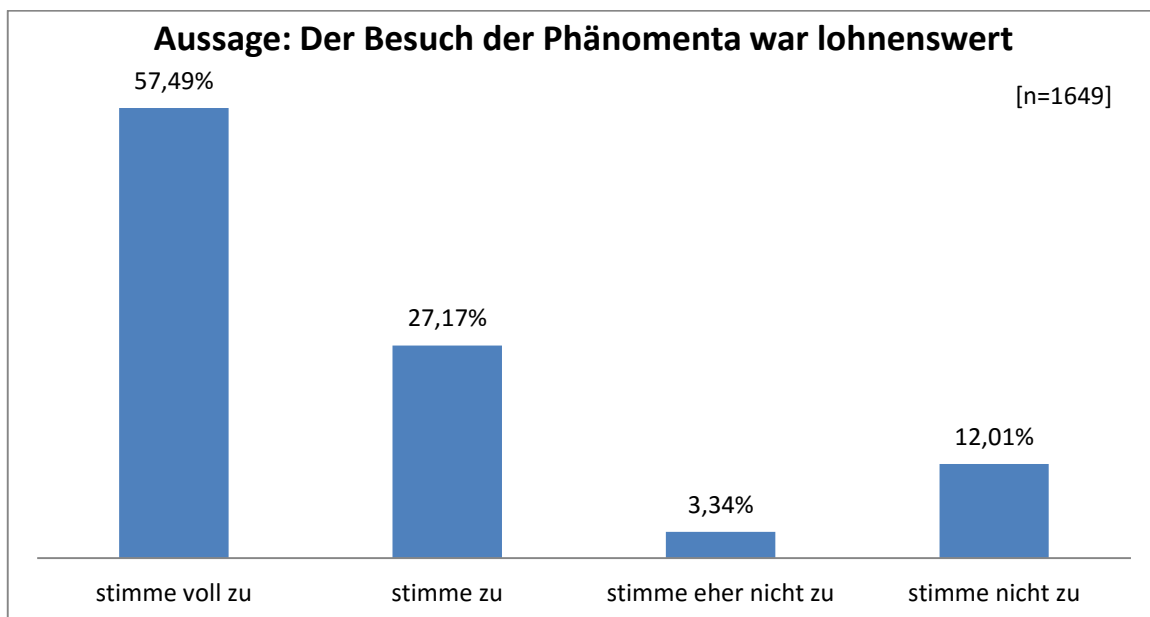


Abbildung 36: Darstellung der Aussage „Der Besuch der Phänomenta war lohnenswert“

Eine Überprüfung der Daten in Hinblick auf Unterschiede im Beantwortungsverhalten der jeweiligen Untersuchungsgruppen zeigte keine großen Auffälligkeiten in Bezug auf die Geschlechts- oder Altersstruktur (Tabelle 34).

lohnenswert	Stimme voll zu	Stimme zu	Stimme eher nicht zu	Stimme nicht zu
Erwachsen ♀ [n=307]	51,79%	33,55%	3,26%	11,40%
	$\Sigma$ 85,34%		$\Sigma$ 14,66%	
Erwachsen ♂ [n=392]	48,72%	37,24%	3,06%	10,97%
	$\Sigma$ 85,97%		$\Sigma$ 14,03%	
Kinder u. Jugendl. ♀ [n=382]	62,30%	21,47%	3,40%	12,83%
	$\Sigma$ 83,77%		$\Sigma$ 16,23%	
Kinder u. Jugendl. ♂ [n=568]	63,38%	20,60%	3,52%	12,50%
	$\Sigma$ 83,98%		$\Sigma$ 16,02%	

Tabelle 34: Antworten auf die Aussage „Der Besuch der Phänomenta war lohnenswert“

Über beide Geschlechter und Altersgruppierungen hinweg waren in der Gesamtbetrachtung nur marginale Unterschiede im Bereich von 2-3% festzustellen. Um einen Hinweis auf die möglichen Beweggründe für das Abstimmungsverhalten der Besucher zu erhalten, wurden im Folgenden nur die Personen betrachtet, die den Besuch der Phänomenta Flensburg als nicht lohnenswert bewerteten. Wie aus Abbildung 37 hervorgeht, stellt innerhalb dieser Untersuchungsgruppe die Gruppe der männlichen Kinder und Jugendlichen mit einem Prozentwert von 36,26% den höchsten Wert vor den anderen Alters- und Geschlechtsgruppen dar.

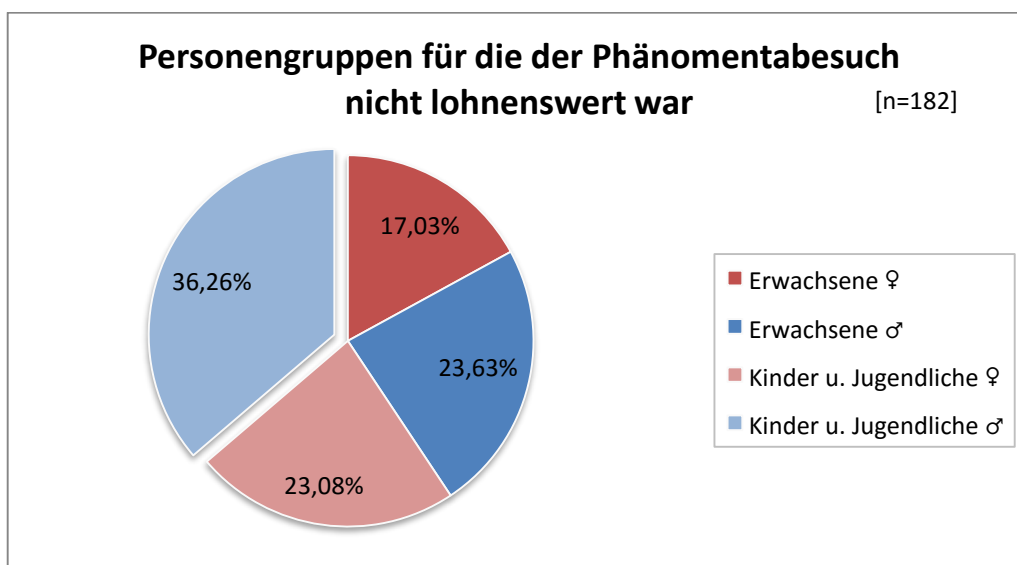


Abbildung 37: Clustergruppendarstellung der Aussage „Der Besuch der Phänomenta war lohnenswert“

In einem weiteren Schritt wurden die vorliegenden Daten unter Hinzuziehung des erreichten bzw. angestrebten Bildungsabschlusses analysiert. Hierbei konnte aufgezeigt werden, dass 46,10% der befragten Personen keinen Schulabschluss besitzen und damit eher den bildungsfernen Bereichen zuzuordnen sind.

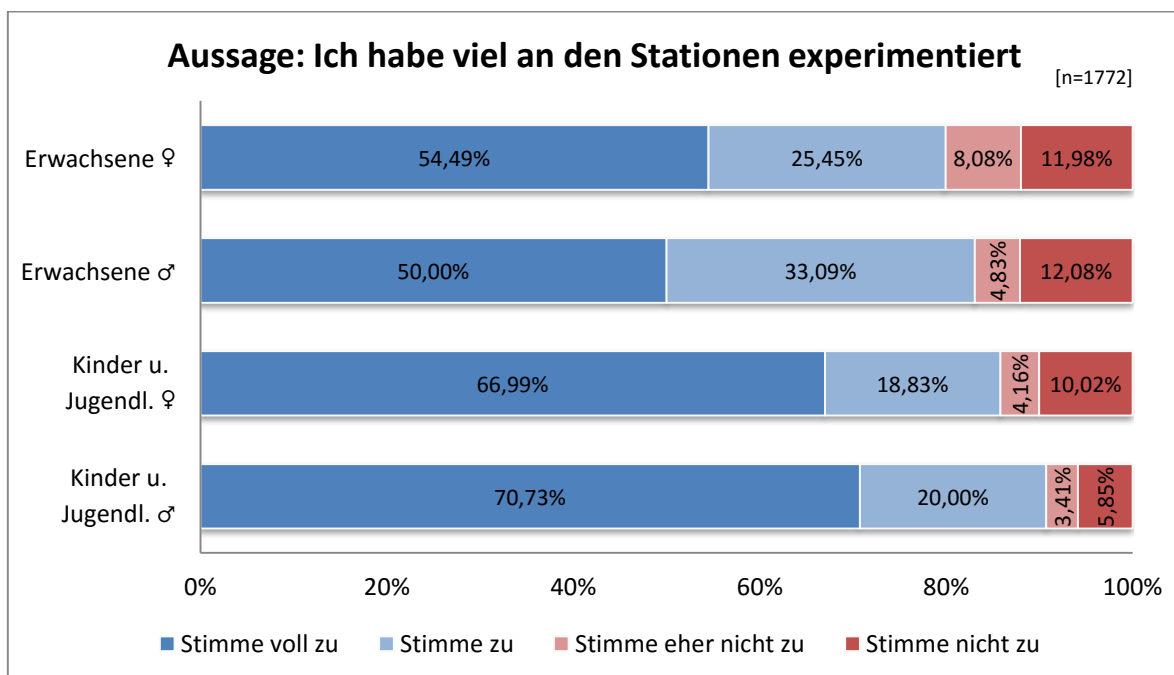
Schulabschluss	ohne	Hauptschule	Realschule	Abitur/FH	Studium
	Abschluss				
Erwachsen ♀	51,61%	3,23%	3,23%	9,68%	32,26%
Erwachsen ♂	34,88%	13,95%	2,33%	18,60%	30,23%
Kinder u. Jugendl. ♀	60,61%	9,09%	9,09%	21,21%	-
Kinder u. Jugendl. ♂	42,55%	8,51%	12,77%	36,17%	-
[n=154]	Ø 46,10%	Ø 9,09%	Ø 7,14%	Ø 22,73%	Ø 14,94%

Tabelle 35: Verteilung der Schulabschlüsse der Besucher, die den Phänomentabesuch als nicht lohnenswert bewerteten

Umso erstaunlicher erscheint die Tatsache, dass die Vertreter der bildungsnahen Schichten mit einer Summe von 37,67% (Abiturienten 22,73%, Studenten bzw.

Hochschulabsolventen 14,94%), zu dem geringen Besucheranteil gehören, die den Besuch der Phänomenta Flensburg als nicht lohnenswert bewertet haben. Eine genaue Aufschlüsselung gibt Tabelle 35.

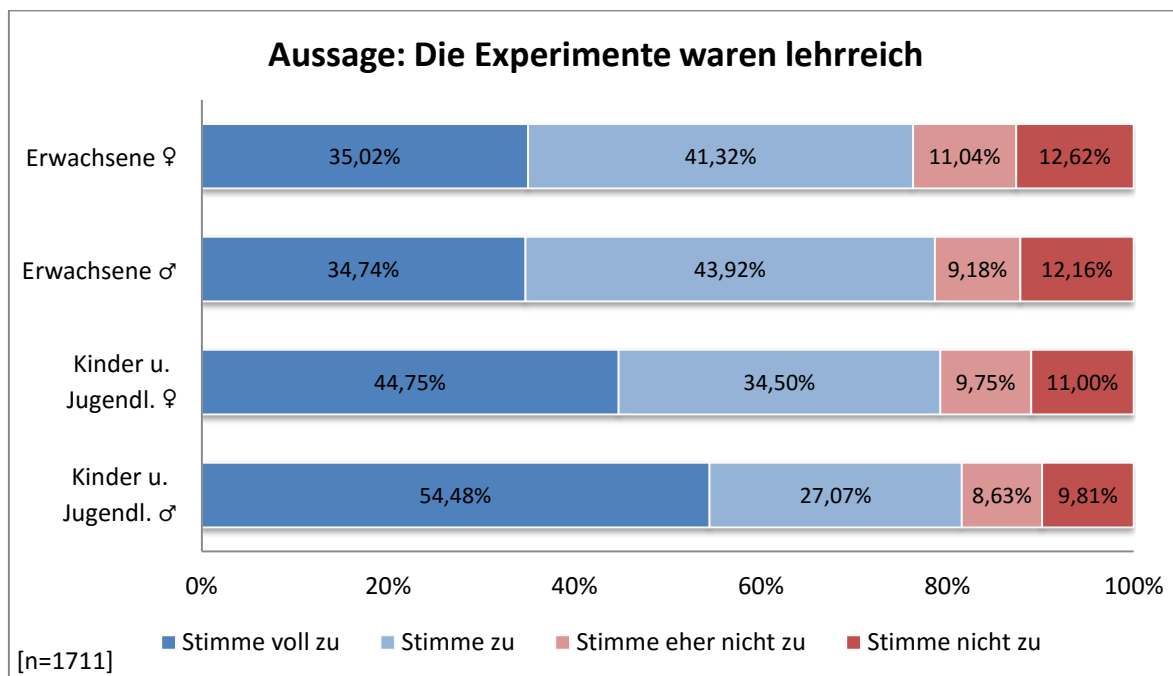
Die Betrachtung der physischen Auseinandersetzung mit den dargebotenen interaktiven Experimentierstationen der Phänomenta zeigt, dass die Bereitschaft und das Interesse an einer aktiven Auseinandersetzung mit den Exponaten über die Alters- und Geschlechtsunterschiede hinweg groß ist. Lediglich in Hinblick auf die Merkmalsausprägung „Stimme voll zu“, lässt sich bei den Kindern und Jugendlichen ein deutliches Plus von 12,50% (♀) bzw. 20,73% (♂) erkennen. Die Anzahl derer, die angaben nicht viel an den Stationen experimentiert zu haben, haben über beide Altersgruppen hinweg bei den weiblichen Besuchern einen höheren Zahlenwert erreicht als bei den männlichen Besuchern (Erwachsene: ♀20,06% : ♂16,91%; Kinder und Jugendliche: ♀14,18% : ♂9,26%).



**Abbildung 38:** Darstellung aller Gruppen bei der Aussage „Ich habe viel an den Stationen experimentiert“

Auf die Frage danach, ob die Experimente lehrreich waren, waren sich beide Geschlechter und Altersgruppen in den Tendenzen nahezu einig. So zeigte sich, dass mit 78,95% über 3/4 der Phänomentabesucher die von ihnen durchgeführten Experimente für gewinnbringend und lehrreich erachteten. Lediglich 21,05% der

Phänomentabesucher bewerteten die Experimente hingegen nicht als lehrreich (Abbildung 39). Unterschiede in den Antworten lassen sich lediglich in den Pol-Ausprägungen der Gruppe von Kindern und Jugendlichen beider Geschlechter aufzeigen. So erreicht die Gruppe der männlichen Kinder und Jugendlichen einen Pol-Wert 54,48%, der Wert der Gruppe der männlichen Erwachsenen hingegen lediglich 34,74% (Differenz 19,74%). Ein ähnliches Bild zeichnet sich bei den weiblichen Untersuchungsgruppen ab. Die Gruppe der weiblichen Kinder und Jugendlichen erreicht einen Wert von 44,75%, die Erwachsenen lediglich 35,02% (Differenz 9,73%). Werden die positiven Beantwortungen kumuliert, so liegt die Zustimmungsrate bei allen untersuchten Gruppen wie bereits beschrieben bei über 3/4.

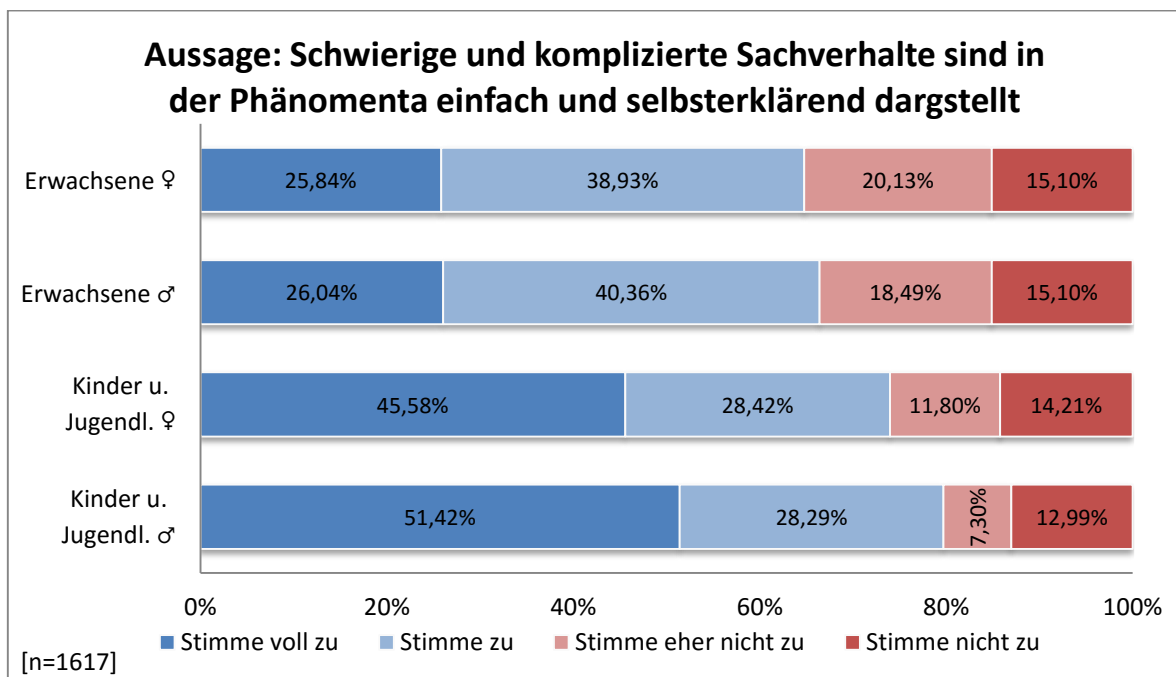


**Abbildung 39:** Darstellung „Die Experimente waren lehrreich“

Hinsichtlich der Bewertung der Aussage „*Schwierige und komplizierte Sachverhalte sind in der Phänomena einfach und selbsterklärend dargestellt*“ zeigte sich in Teilen ein heterogenes Bild. So ist die Zahl derer, denen die Exponate den physikalischen Sachverhalt nicht einfach genug darstellten, in der Gruppe der erwachsenen Besucher deutlich höher als bei den Kindern und Jugendlichen ( $\text{♀}_{\text{Erw}} 35,41\% : \text{♀}_{\text{KJ}} 26,01\%$ ;  $\text{♂}_{\text{Erw}} 33,59\% : \text{♂}_{\text{KJ}} 20,29\%$ ).

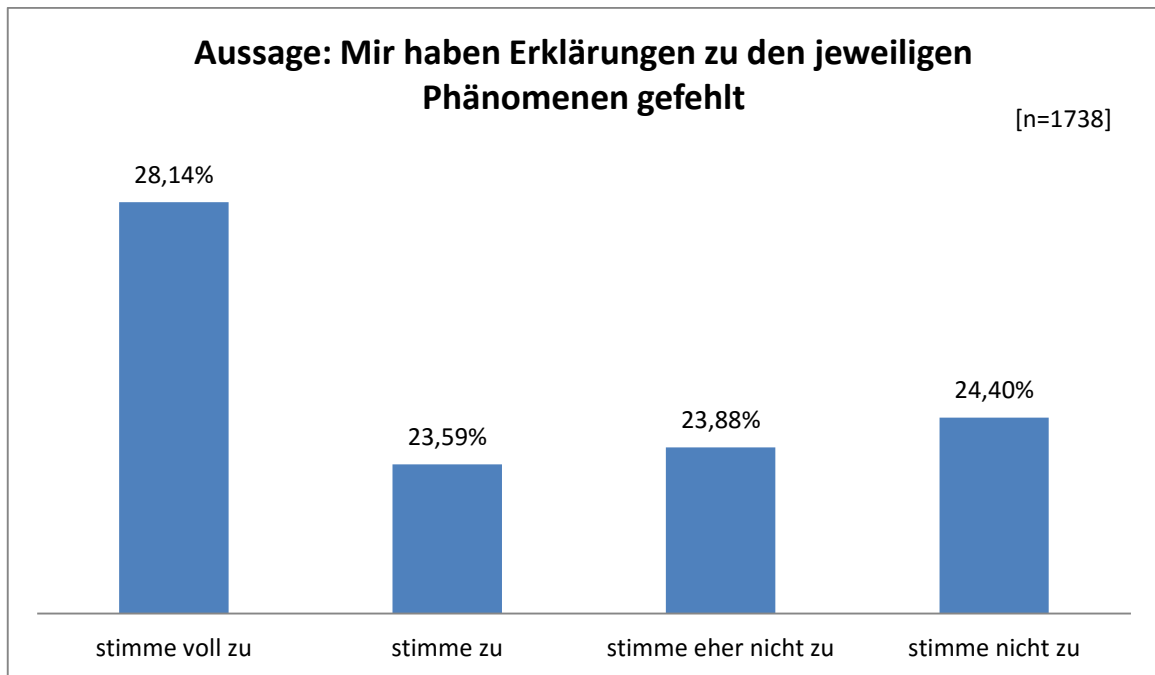
Insbesondere bei der Merkmalsausprägung „Stimme voll zu“ zeigt sich, dass in der Gruppe der Kinder und Jugendlichen eine deutlich höhere Zustimmung gegeben ist.

In der Gruppe der Erwachsenen verschiebt sich hingegen die Zustimmung hauptsächlich zum Merkmalswert „Stimme zu“. Zusammenfassend lässt sich jedoch festhalten, dass über beide Geschlechter und Altersgruppen hinweg ein hoher Grad an Zustimmung besteht. Allerdings zeigen diese Werte auch, dass etwa 1/3 der erwachsenen Besucher die bestehende Präsentationsform in der Phänomenta Flensburg für nicht uneingeschränkt zielführend halten und die dargestellten naturwissenschaftlichen Sachverhalte für sie nicht ausreichend selbsterklärend genug sind.



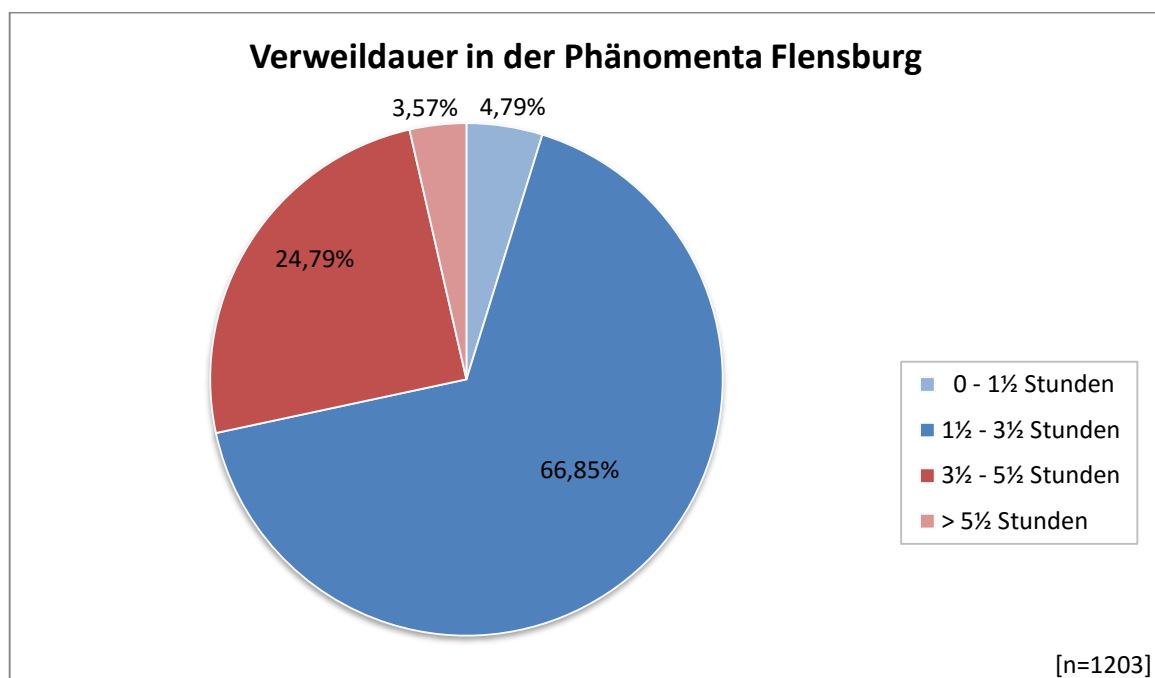
**Abbildung 40:** Darstellung der Aussage „Schwierige und komplizierte Sachverhalte sind in der Phänomenta einfach und selbsterklärend dargestellt“

In Bezug auf die in der Ausstellung der Phänomenta Flensburg konzeptionell nicht vorgesehene Erklärung des jeweiligen Phänomens an den dargebotenen interaktiven Experimentierstationen gab es bei der Befragung der Besucher trotz einer hohen Stichprobengröße von n=1738 kein eindeutiges Ergebnis (Abbildung 41). Die Zahl derer, die angaben, dass ihnen Erklärungen zu den jeweiligen Phänomenen gefehlt haben, erreicht mit 51,73% nur einen geringfügig höheren Wert gegenüber den 48,27% der Besucher, denen die Erklärungen nicht gefehlt haben.



**Abbildung 41:** Darstellung der Aussage „Mir haben Erklärungen zu den jeweiligen Phänomenen gefehlt“

Die Frage nach der Verweildauer in den Räumlichkeiten der Phänomenta Flensburg ergab, dass etwa 2/3 aller Besucher (66,85%) zwischen 2 und 3½ Stunden in der Phänomenta verbringen. Ebenso zeigte die Unterteilung in Erst- und Mehrfachbesucher der Phänomenta ein vergleichbares Ergebnis.



**Abbildung 42:** Darstellung der Besuchsdauer in der Phänomenta Flensburg

#### 4.1.4 Beurteilung der Einrichtung / des Besuchs

Bei der Bewertung des subjektiven Lernerfolgs geht die Mehrheit der Phänomentabesucher von einem deutlichen Lernzuwachs aus. So gaben 70,31% der Besucher an, durch den Besuch der Phänomenta viel gelernt zu haben. Lediglich 29,69% erkannten keinen sichtbaren Lernzuwachs durch ihren Phänomentabesuch.

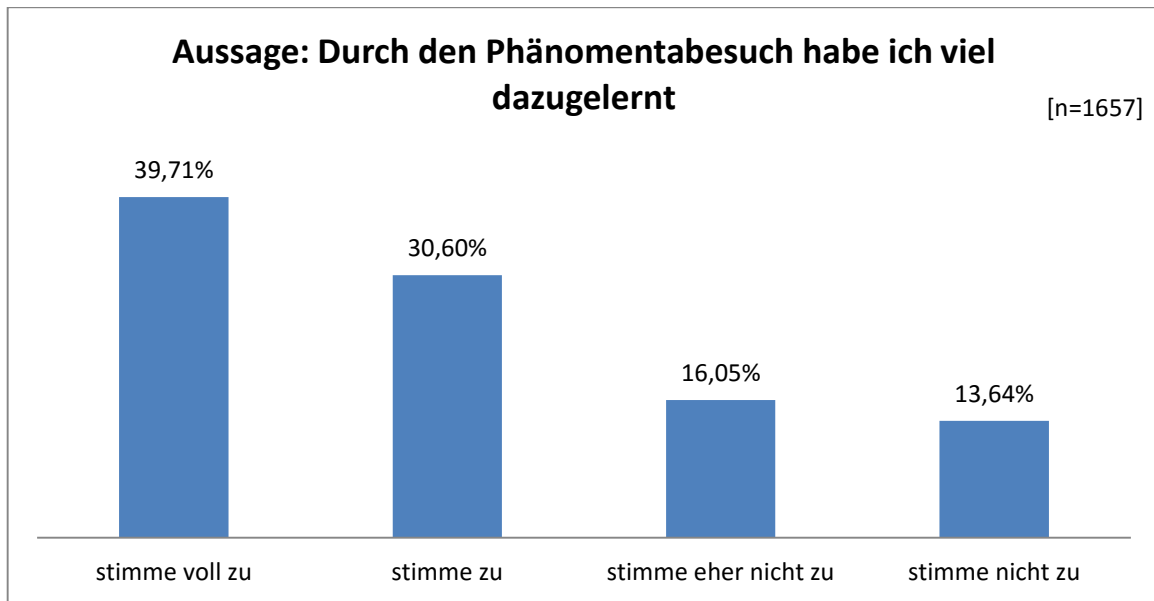


Abbildung 43: Darstellung der Aussage „Durch den Phänomentabesuch habe ich viel dazugelernt“

Innerhalb der Untersuchungsgruppen zeigten sich unterschiedliche Aussagen.

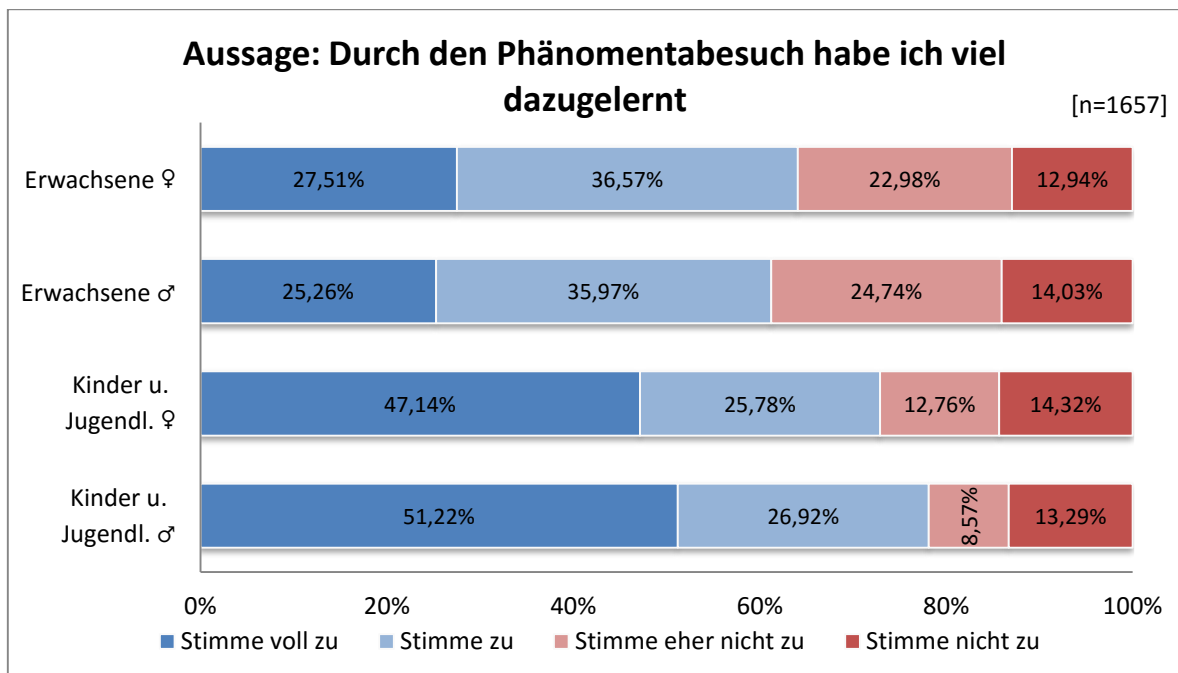


Abbildung 44: Darstellung der einzelnen Untersuchungsgruppen



So fällt auf, dass die Gruppe der Kinder und Jugendlichen mehrheitlich mit 76,04% von einem Lernzuwachs berichtet. In der Gruppe der Erwachsenen waren hingegen nur 62,48% der befragten Personen dieser Auffassung (siehe Abbildung 44).

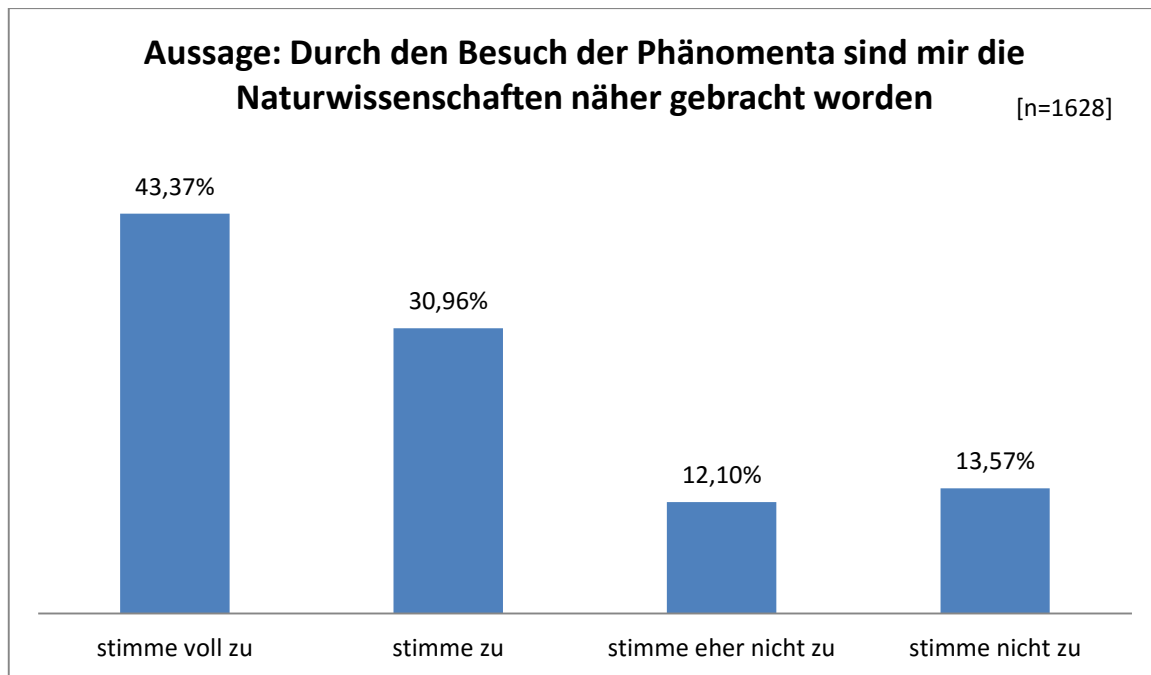
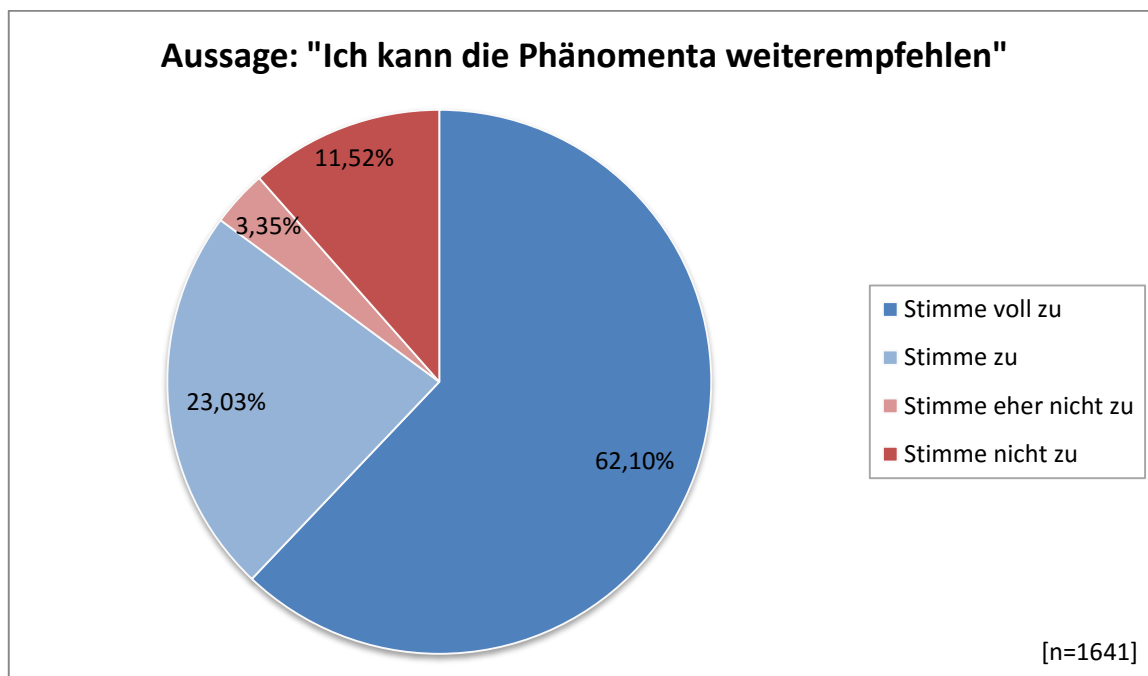


Abbildung 45: Darstellung der Aussage „Durch den Besuch der Phänomenta sind mir die Naturwissenschaften näher gebracht worden“

Eine Konkretisierung der Frage nach dem Lernzuwachs erfolgte durch die Frage, ob durch den Besuch der Phänomenta die Naturwissenschaften näher gebracht worden sind. Hierbei zeigte sich, dass die überwiegende Mehrheit (74,33%) der Besucher angab, durch ihren Besuch in der Phänomenta Flensburg den Naturwissenschaften näher gekommen zu sein. Dieses Bild zeichnete sich in allen Untersuchungsgruppen ähnlich ab. Sowohl über die Geschlechts- als auch über die Altersstruktur hinweg konnten keine bedeutenden Unterschiede identifiziert werden. Einzig in der Merkmalsausprägung „*stimme voll zu*“ gab es in der Gruppe der Kinder und Jugendlichen mit einem Wert von 51,81% eine Differenz von 19,98% zu der Gruppe der erwachsenen Besucher. Ihr Wert der Merkmalsausprägung lag bei 31,83%. Allerdings relativierte sich in der Gesamtsumme dieser Wert durch eine deutlich höhere Anzahl an Nennungen der Merkmalsausprägung „*stimme zu*“. Zusammenfassend kann daher eine deutliche Zustimmung zu der Aussage „*Durch den Besuch der Phänomenta sind mir die Naturwissenschaften näher gebracht worden.*“ attestiert werden.

Hinsichtlich der Empfehlbarkeit eines Besuchs der Phänomenta Flensburg zeigt sich ebenfalls über alle geschlechts- und altersstrukturellen Unterschiede hinweg ein durchweg positives Bild der Ausstellung. So geben 85,13% der befragten Phänomentabesucher an, die Ausstellung weiterempfehlen zu wollen.



**Abbildung 46:** Zahl der Besucher, die die Phänomenta Flensburg für empfehlenswert erachten

Es stellt sich daher die Frage, welche Gründe die 14,87% der Besucher dazu bewegen haben, die Phänomenta Flensburg als nicht empfehlenswert zu klassifizieren. Lässt sich ein Zusammenhang zwischen der Wahl und dem erreichten bzw. erstrebten Bildungsabschluss der betroffenen Personen herstellen? Die Analyse der Untersuchungsdaten ergab folgendes Bild:

<b>Schulabschluss</b>	<u>ohne Abschluss</u>	<u>Hauptschule</u>	<u>Realschule</u>	<u>Abitur/FH</u>
Erwachsene	36,57%	6,72%	7,46%	49,25%
Kinder u. Jugendliche	39,33%	8,99%	4,49%	47,19%
[n=223]	Ø 37,67%	Ø 7,62%	Ø 6,28%	Ø 48,43%

**Tabelle 36:** Bildungsabschlüsse bezogen auf die Personen, die die Phänomenta nicht weiterempfehlen wollen

Demnach lässt sich der Personenkreis derer, die die Phänomenta nicht weiterempfehlen wollen, in zwei großen Gruppen verorten. Zu nennen sind demnach die eher bildungsferne Gruppe der Personen ohne vorhandenen Schulabschluss (37,67%) und die als bildungsnah zu betrachtende Gruppe der Personen mit Abitur/FH (48,43%). Die große Gruppe der Haupt- und Realschüler macht daher nur einen geringen Teil der „Nichtempfeher“ aus.

In der Gesamtbetrachtung ihres Besuchs gaben die Besucher der Phänomenta Flensburg folgende Benotung: Die durchschnittliche Bewertung liegt bei der Note 2,1. Trotz der in Teilen komplexen naturwissenschaftlichen Phänomene zeigt sich, dass die Besucher wissbegierig sind und neugiergeleitet die Ausstellung erkunden. Hierauf deutet die gute Bewertung durch die Besucher.

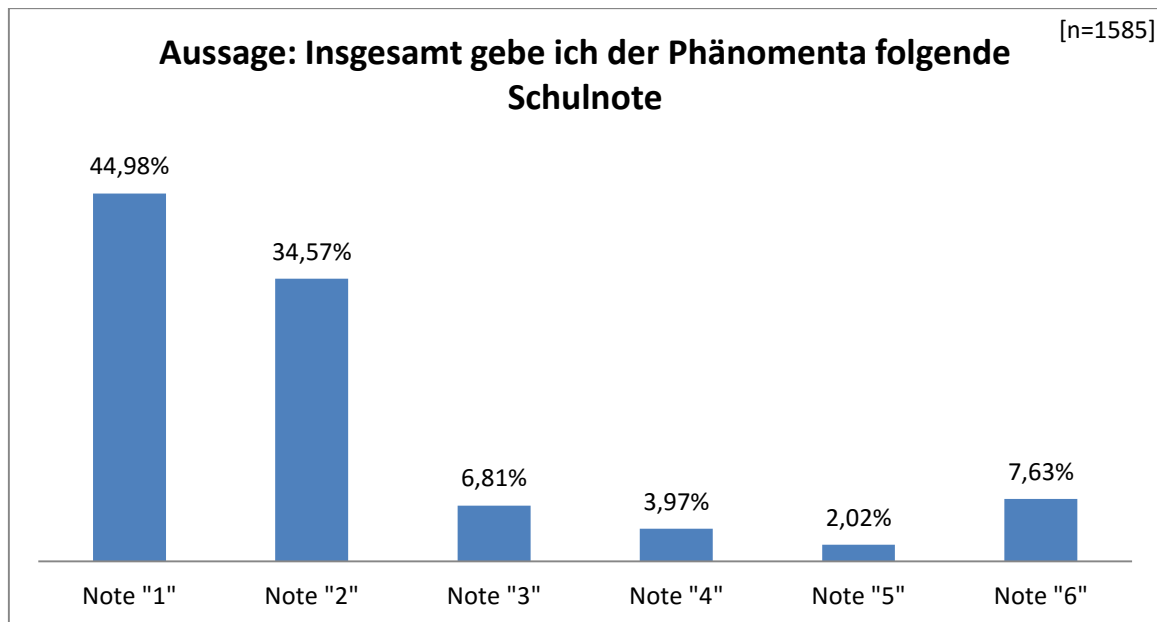


Abbildung 47: Darstellung der Aussage „Insgesamt gebe ich der Phänomenta folgende Schulnote“

Es stellt sich die Frage, welche Personengruppen sich in der schlechtesten Bewertungskategorie wiederfinden. In der Gesamtübersicht lässt sich eine Unterscheidungstendenz innerhalb der Geschlechter- und Altersgruppen ausmachen. Demnach bewerten die Kinder und Jugendlichen die Phänomenta häufiger mit der Note 1 als die Gruppe der Erwachsenen (KuJ 54,90% : E 31,33%).

Note	1	2	3	4	5	6
Erwachsen ♀	28,97%	44,14%	12,41%	3,10%	2,41%	8,97%
Erwachsen ♂	33,16%	43,77%	7,16%	2,92%	3,18%	9,81%
	Ø 31,33%	Ø 43,93%	Ø 9,45%	Ø 3,00%	Ø 2,85%	Ø 9,45%
Kinder u. Jugendl. ♀	49,18%	32,24%	5,19%	3,55%	1,64%	8,20%
Kinder u. Jugendl. ♂	58,70%	24,82%	4,71%	5,43%	1,27%	5,07%
	Ø 54,90%	Ø 27,78%	Ø 4,90%	Ø 4,68%	Ø 1,42%	Ø 6,32%
[n=1585]	Ø 44,98%	Ø 34,57%	Ø 6,81%	Ø 3,97%	Ø 2,02%	Ø 7,63%

Tabelle 37: Benotung des Phänomentabesuchs durch die einzelnen Untersuchungsgruppen

Eine Unterscheidung in Hinblick auf die Note 6 „ungenügend“ fällt entsprechend schwer. Lediglich die männlichen Kinder und Jugendlichen zeigen mit 5,07% eine geringfügig geringere Neigung dem Phänomentabesuch die Note 6 zu geben. Eine Analyse der Daten bezogen auf Geschlecht, Alter und Bildungsabschluss brachte folgende Ergebnisse:

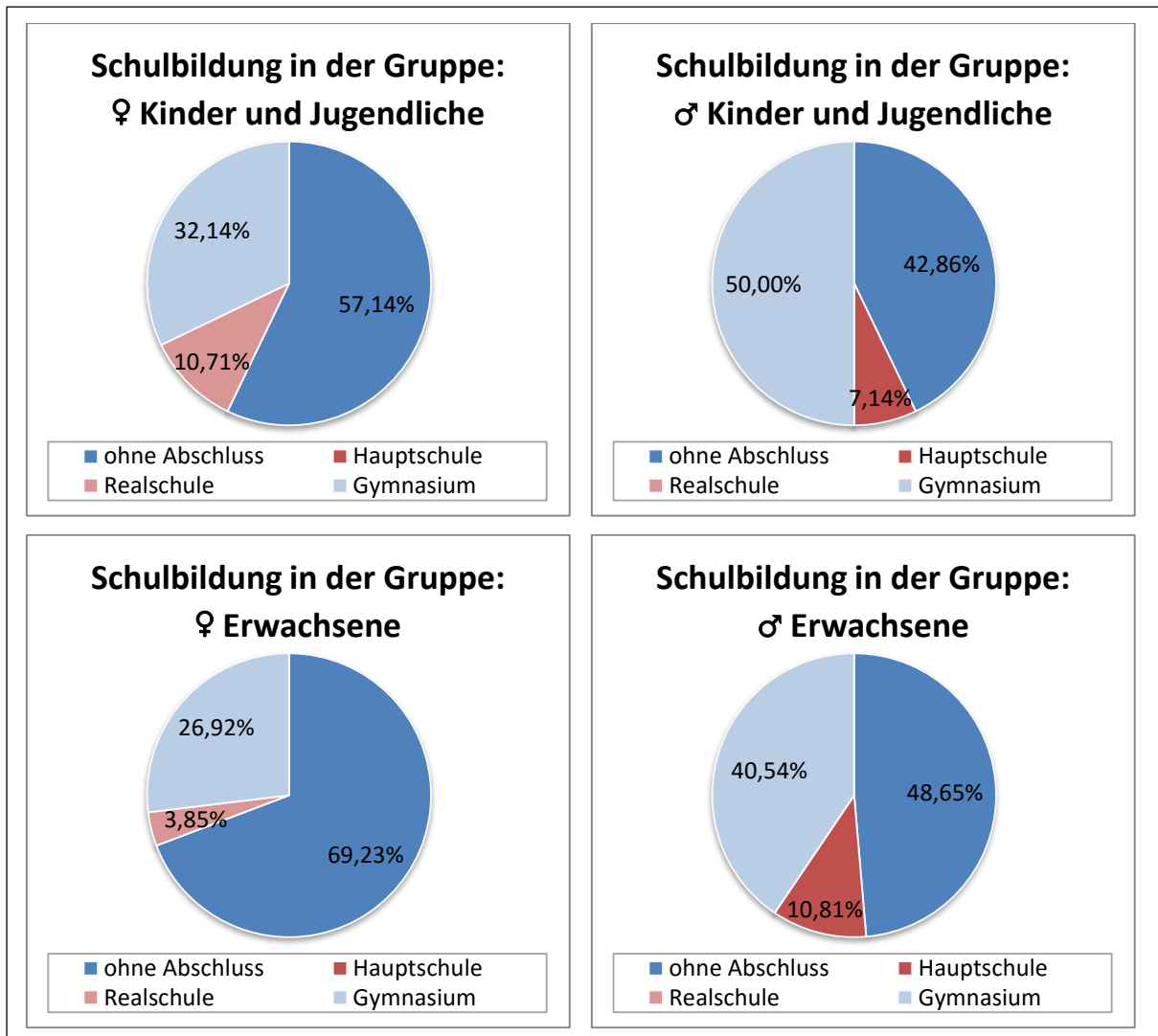


Abbildung 48: Darstellung der Personengruppen, die den Phänomentabesuch mit der Note 6 bewerteten.

Demnach bewerten überwiegend bildungsferne Gruppen und überraschender Weise ein hoher Anteil der bildungsnahen Gruppen den Phänomentabesuch mit der Note 6 „ungenügend“. Eindeutige Zusammenhänge mit dem Wohnort der Besucher lassen sich nicht aufzeigen. Es kann lediglich festgehalten werden, dass der überwiegende Teil der Personen, die die Phänomenta Flensburg mit der Note 6 bewertet haben, zu 53,78% aus dem Postleitzahlbereich 2xxxx stammen.

#### 4.1.5. Zusammenfassung der Ergebnisse

In der Retrospektive wird die gute Akzeptanz der Phänomenta Flensburg mit ihrem pädagogischen Konzept deutlich erkennbar. Eine Bewertung der Einrichtung durch die Besucher ergab eine Durchschnittsnote von 2,1. Hierbei entfielen nahezu 45% auf die Note „sehr gut“ und etwa 35% auf die Note „gut“. Damit kann gefolgert werden, dass die Erwartungen der Phänomenta-Besucher bei ihrem Besuch durch die angebotenen interaktiven Experimentierstationen erfüllt wurden. So gaben dann auch über 85% der Besucher an, die Phänomenta weiterempfehlen zu können. Die Hauptgruppe der geringen Anzahl an Personen, die den Besuch der Phänomenta in Flensburg als für nicht lohnenswert erachteten, sind mit über 36% männliche und 23% weibliche Kinder und Jugendliche.

Die Betrachtung der Frage, wie die Besucher auf die Einrichtung aufmerksam wurden, zeigt, dass insbesondere die Empfehlung durch Freunde und Bekannte von elementarer Bedeutung ist. Weitere wichtige Medien scheinen für den Bereich der Besucheraquise die Internetpräsentation sowie die Selbstdarstellung der Phänomenta Flensburg in Flyern und Printmedien zu sein.

Betrachtet man die Herkunft der Besucher, so lässt sich feststellen, dass nahezu 70% aus Schleswig-Holstein und den nördlichen Hamburger Gebieten stammen. Für die südlichen Gebiete rund um Hamburg scheint die Phänomenta in Flensburg nur einen geringen Reiz auszumachen. Dies könnte unter Umständen an der räumlichen Nähe zu dem Science Center „Universum“ in Bremen liegen. Für weiter im Süden gelegene Besucher (Postleitzahlengebiet 3x,4x,5x,6x) scheint die Attraktivität der Phänomenta als mögliches Ausflugsziel wieder an Bedeutung zu gewinnen – evtl. im Rahmen eines Urlaubs an den Küsten Schleswig-Holsteins.

Bei der Auswertung der vorliegenden Daten lässt sich Folgendes zu den Besuchern der Phänomenta in Flensburg darstellen:

---

#### **Feststellungen über die Besucher der Phänomenta Flensburg**

Die Phänomenta wird überwiegend von Besuchern mit der mittleren Reife oder einem höheren Bildungsabschluss bzw. mit dem Ziel, diese Abschlüsse zu erreichen, aufgesucht.

Über die Hälfte der Besucher sind männlichen Geschlechts.

---

Über 60% der erwachsenen Besucher haben das Abitur oder haben ein Hochschulstudium absolviert (bzw. sind zur Zeit als Student an einer Hochschule immatrikuliert).

Etwa 60% der Phänomentabesucher besuchen die Ausstellung das erste Mal.

Über 15% der Phänomentabesucher besuchten die Ausstellung bereits öfter als drei Mal.

Über 47% der Mehrfachbesucher kommen aus Schleswig-Holstein oder Hamburg.

Nahezu 70% der Besucher besuchen die Phänomente mit einer Gruppe und nicht als Einzelperson.

Von den Gruppenbesuchern gehen 20% als Einzelpersonen durch die Ausstellung.

Über drei Viertel der Kinder und Jugendlichen besucht die Phänomente in einer Gruppe.

Ein Großteil der Besucher (über 79%) gab an, sich für Naturwissenschaften im Allgemeinen zu interessieren.

Im Vergleich mit dem männlichen Geschlecht zeigte das weibliche Geschlecht ein geringeres Interesse an Naturwissenschaften im Allgemeinen.

Etwa 36% der Besucher gaben an, durch ihre eigenen Schulerfahrungen, ein negativ belastetes Verhältnis zu den Naturwissenschaften zu haben.

Vor allem männliche Besucher, insbesondere Absolventen einer Realschule, gaben an, keine negativen Erfahrungen hinsichtlich Naturwissenschaften gemacht zu haben.

Mädchen und Frauen haben im Vergleich zu Jungen und Männern ein deutlich geringeres Interesse an dem Schulfach Physik.

Über 80% der Besucher gaben an, viel an den Stationen experimentiert zu haben.

Für drei Viertel der Besucher waren die Experimentierstationen lehrreich.

Zwei Drittel der erwachsenen Besucher sind der Meinung, dass schwierige und komplizierte Sachverhalten einfach und selbsterklärend dargestellt sind. In der Gruppe der Kinder und Jugendlichen sind drei Viertel dieser Auffassung.

Etwa der Hälfte der Besucher (ca. 52%) fehlen Erklärungen zu den jeweiligen dargestellten Phänomenen in der Ausstellung.

Die durchschnittliche Verweildauer in der Phänomente beträgt ca. 2,5 Stunden.

[Tabelle 38: Übersicht über die aus den Daten gewonnenen Erkenntnisse](#)

## 4.2. Basisuntersuchung

Im Rahmen der Basisuntersuchung wurden zwei Schwerpunkte gesetzt. Einen Schwerpunkt bildete, wie bereits beschrieben, die Analyse des Besucherverhalten an den interaktiven Exponaten mithilfe des in den Kapitel 3.3.3. beschriebenen Kategoriensystems der ersten Generation. Hierbei wurde die Gesamtdauer des Phänomentabesuchs gedrittelt und auf Veränderungen im Besucherverhalten hin untersucht. Den anderen Schwerpunkt bildet die in Kapitel 3.2. beschriebene Erfassung der Besucherbewegungen durch die Ausstellung.

Für die Basisuntersuchung stand nachstehender Datensatz (n=80) zur Verfügung. Hierbei handelt es sich um durch Studenten ermittelte und durch Steuer (2015) und den Verfasser überwachte Datenerhebungen bzw. überprüfte Datensätze. Von den ursprünglich 97 Datensätzen mussten 17 Datensätze aufgrund von offensichtlichen Übertragungsfehlern oder Beobachtungsabbrüchen verworfen werden. Ferner fanden aufgrund von Plausibilitätsgründen 2 Datensätze nur eine partielle Verwendung.

ID	Geschlecht	Alter	Gruppe
1	M	11	K
2	W	65	E
3	M	12	K
4	M	44	E
5	M	46	E
6	W	11	K
7	M	29	E
8	M	35	E
9	W	31	E
10	M	13	K
11	M	10	K
12	W	21	E
13	W	37	E
14	M	42	E
15	W	12	K
16	M	69	E
17	W	11	K
18	M	12	K
19	W	10	K
20	W	41	E
21	M	38	E
22	M	43	E
23	W	20	E
24	W	23	E
25	M	41	E
26	W	13	K
27	W	9	K
28	M	47	E

29	M	48	E
30	M	6	K
31	M	38	E
32	M	18	E
33	M	19	E
34	M	25	E
36	M	45	E
37	M	54	E
38	W	50	E
39	W	41	E
40	W	9	K
41	M	30	E
42	W	11	K
43	W	50	E
44	M	40	E
45	M	9	K
46	W	9	K
47	M	12	K
48	M	40	E
49	W	10	K
50	M	30	E
52	W	45	E
53	M	45	E
54	W	45	E
55	W	10	K
56	W	39	E
57	M	20	E
58	W	20	E
59	W	14	K
60	W	10	K
61	W	9	K
62	M	5	K
63	M	8	K
64	M	6	K
65	M	8	K
66	W	13	K
67	M	11	K
68	M	12	K
69	M	11	K
70	M	7	K
71	W	10	K
72	M	6	K
73	W	15	K
74	W	25	E
75	W	13	K
76	W	8	K
77	M	10	K
78	M	9	K
79	W	8	K
80	M	11	K

Tabelle 39: Datensatz der Basisuntersuchung



### Gesamtdatenbasis:

Gruppe K<sub>(Kinder)</sub>: n=40      20 (50,00%) Mädchen      20 (50,00%) Jungen  
Gruppe E<sub>(Erwachsene)</sub>: n=38      15 (39,47%) Frauen      23 (60,53%) Männer

Da der Datensatz nicht im gleichen Maße männliche wie weibliche Besucher enthielt, wurde, um eine gleichmäßige Verteilung zu erhalten, die Stichprobengröße von Steuer (2015) und dem Verfasser auf n=56 reduziert. Hierfür wurden mithilfe eines vom Verfasser selbst geschriebenen Zufallsgenerators die jeweiligen Datensätze für die folgenden Analysen ausgewählt. Die jeweilige Clustergröße betrug somit n=14.

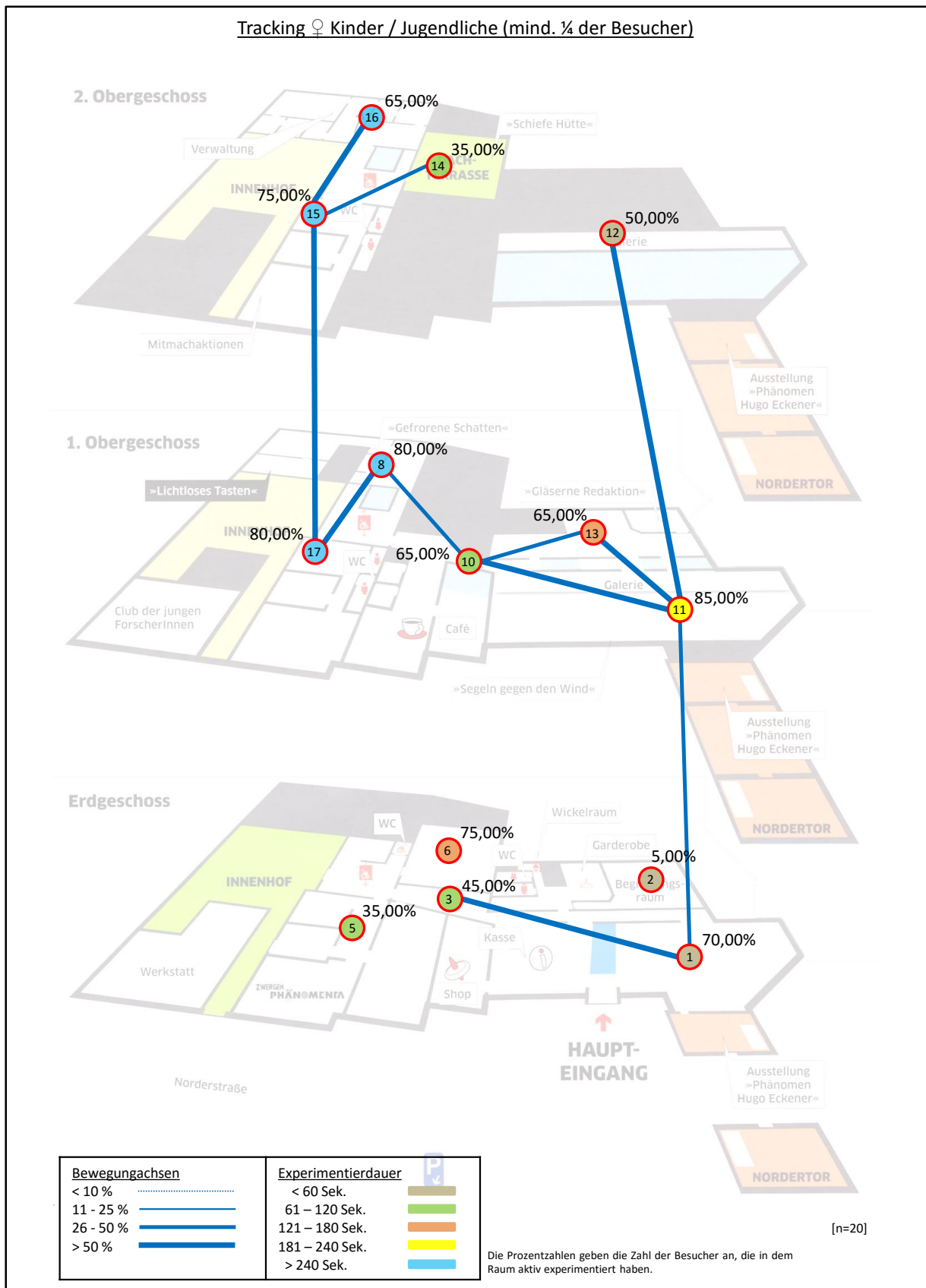
### Ausgeloste Fälle (n=14):

Gruppe K <sub>(Kinder)</sub> Mädchen:	ID	6	15	19	26	27	40	46	49	59	60	73	75	76	79
Gruppe K <sub>(Kinder)</sub> Jungen:	ID	1	10	11	18	30	45	47	62	63	65	67	68	69	72
Gruppe E <sub>(Erwachsene)</sub> Frauen:	ID	2	9	12	20	23	24	38	39	43	52	54	56	58	74
Gruppe E <sub>(Erwachsene)</sub> Männer:	ID	5	7	14	16	22	25	29	32	36	41	44	48	50	57

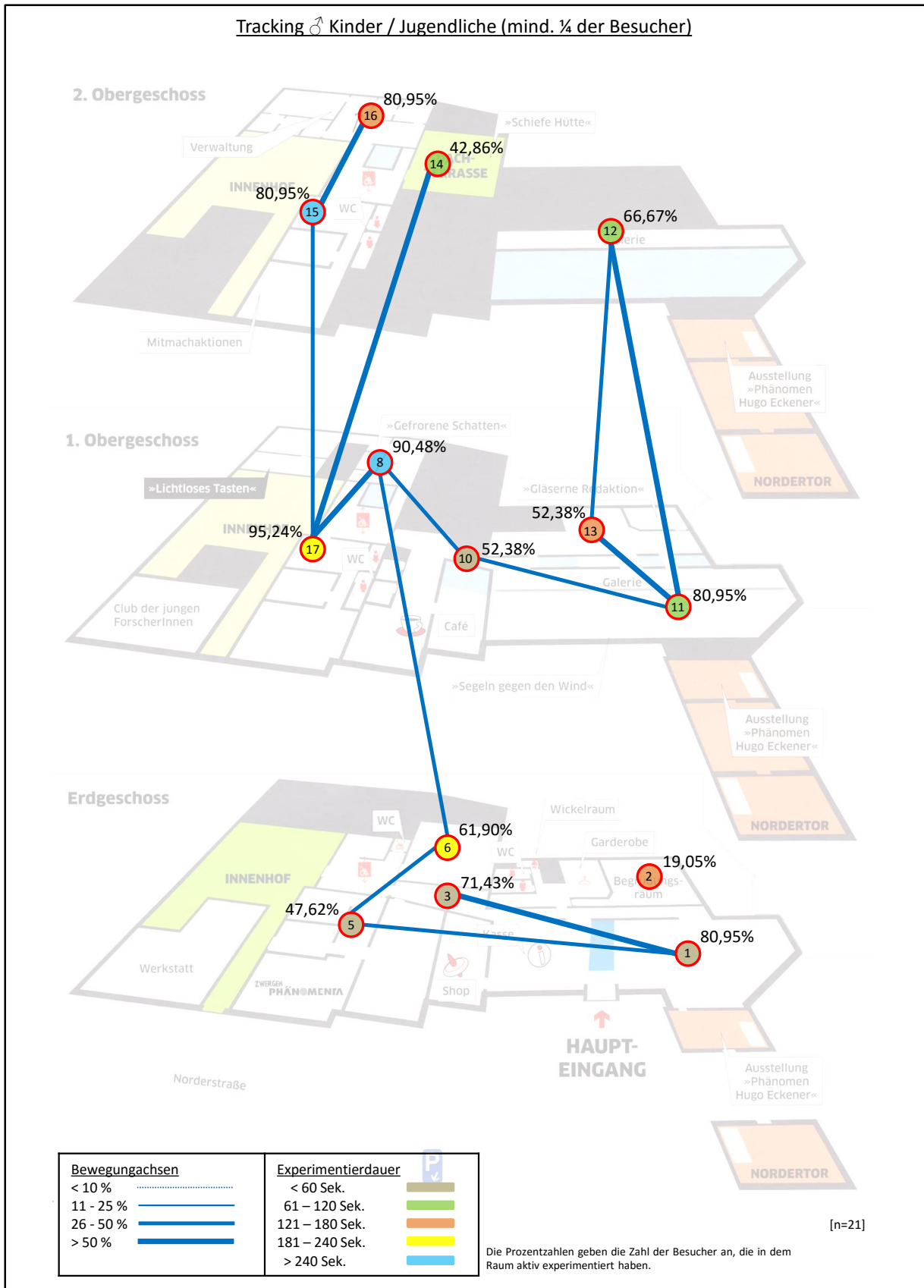
In einem ersten Schritt wurde ermittelt, ob erkennbare Präferenzstrukturen für die räumliche Nutzung der Phänomenta vorliegen. Hierfür wurden die zurückgelegten Wege innerhalb des Ausstellungsgebäudes ermittelt, dokumentiert und ausgewertet sowie die individuelle Nutzung der interaktiven Experimentierstationen durch die Besucher betrachtet (3.2.1). Im Rahmen der Auswertung der Begehungswege wurde die Gesamtgruppe in die jeweiligen Geschlechts- und Altersclustergruppen unterteilt. Die im Folgenden dargestellten Abbildungen 49 bis 52 zeigen die Bewegungsachsen und die Experimentierdauer sowie den prozentualen Anteil der jeweiligen Clustergruppe, die in den Räumen mit den Exponaten interagierten.

### 4.2.1 Wegenetzanalyse in der Phänomenta Flensburg

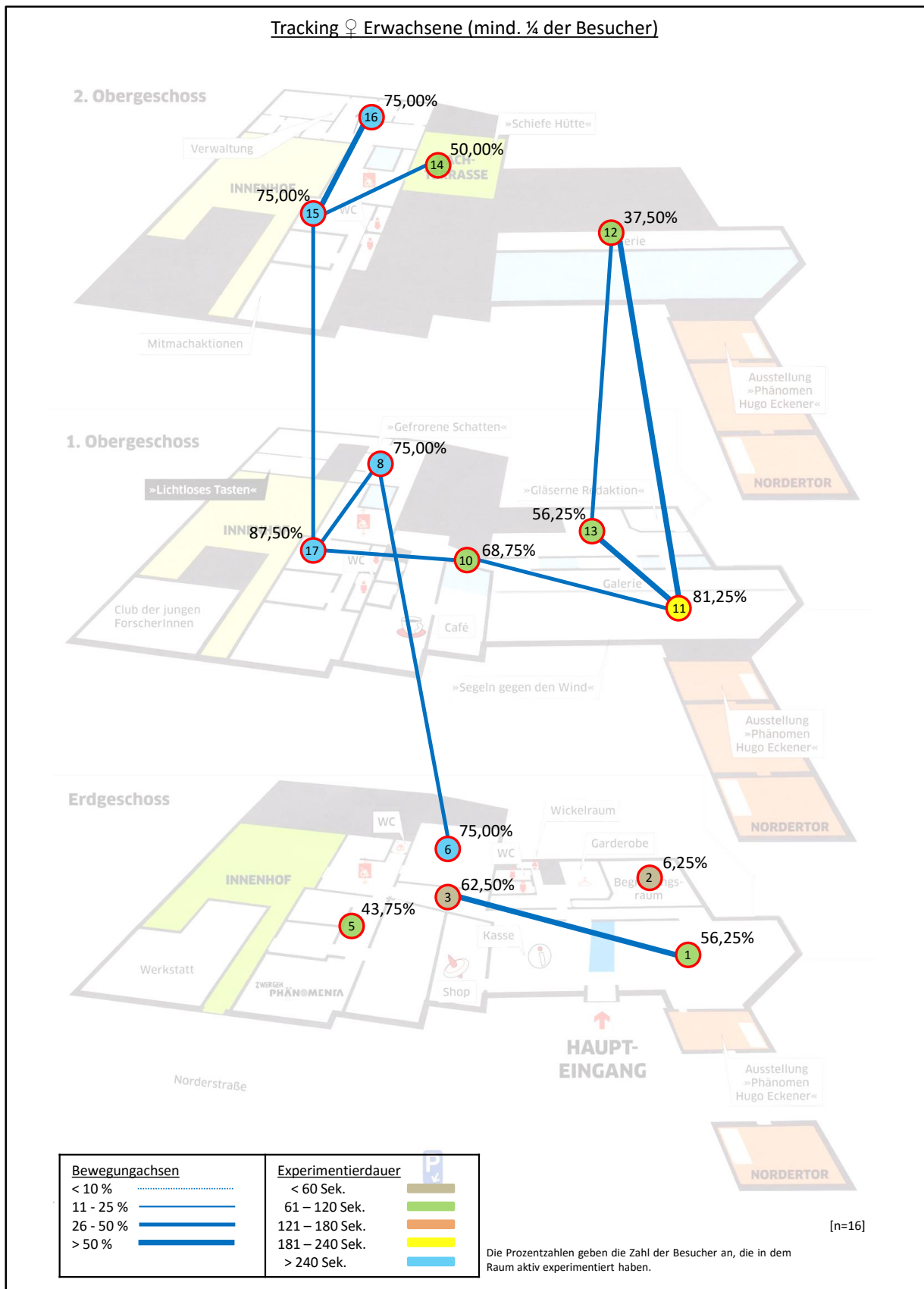
Im Ergebnis lassen sich zwischen den einzelnen Clustergruppen keine kennzeichnenden Unterscheidungen hinsichtlich der Bewegungsachsen in der Masse aufzeigen. Lediglich in den Gruppen der Frauen und Mädchen zeigten einige Besucherinnen im Erdgeschoss mehr individuelle Varianzen ihres Bewegungsmusters als ihre männlichen Pendanten. Wie in den Abbildungen 49 bis 52 ersichtlich ist, folgte die überwiegende Mehrheit den clustergruppenübergreifenden Bewegungsachsen.



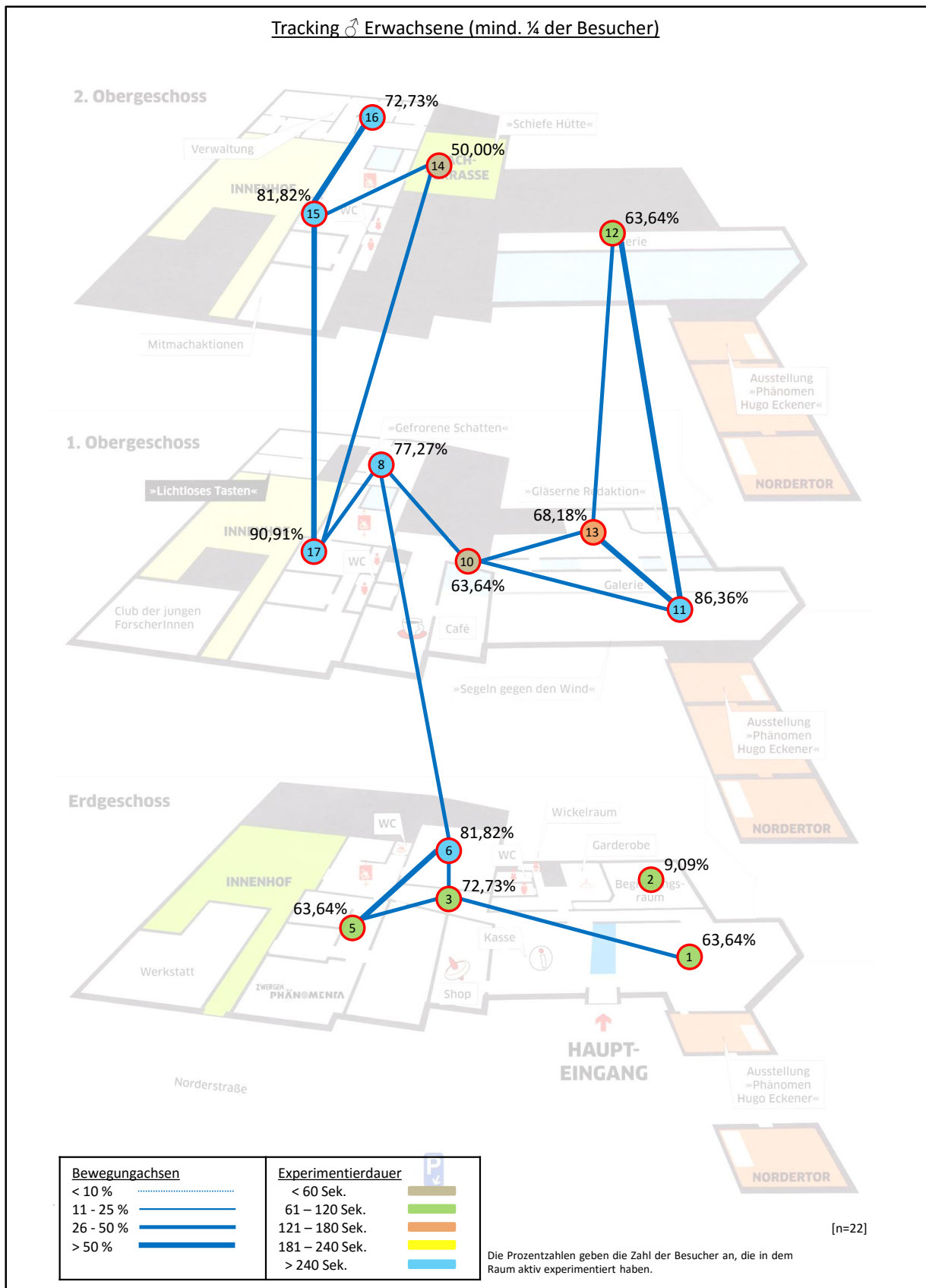
**Abbildung 49:** Darstellung der Bewegungsachsen von Kindern und Jugendlichen Mädchen in der Phänomena Flensburg. Die Prozentangaben geben den Anteil der Besucher an, die in dem jeweiligen Raum an den Exponaten tätig wurden; Farben kennzeichnen die jeweilige Gesamtinteraktionsdauer in dem jeweiligen Raum.



**Abbildung 50:** Darstellung der Bewegungsachsen von Kindern und Jugendlichen Jungen in der Phänomenta Flensburg. Die Prozentangaben geben den Anteil der Besucher an, die in dem jeweiligen Raum an den Exponaten tätig wurden; Farben kennzeichnen die jeweilige Gesamtinteraktionsdauer in dem jeweiligen Raum.



**Abbildung 51:** Darstellung der Bewegungsachsen von erwachsenen Frauen in der Phänomenta Flensburg. Die Prozentangaben geben den Anteil der Besucher an, die in dem jeweiligen Raum an den Exponaten tätig wurden; Farben kennzeichnen die jeweilige Gesamtinteraktionsdauer in dem jeweiligen Raum.



**Abbildung 52:** Darstellung der Bewegungsachsen von erwachsenen Männern in der Phänomenta Flensburg. Die Prozentangaben geben den Anteil der Besucher an, die in dem jeweiligen Raum an den Exponaten tätig wurden; Farben kennzeichnen die jeweilige Gesamtinteraktionsdauer in dem jeweiligen Raum.

Zeigen die Bewegungsachsen ein hohes Maß an Gemeinsamkeiten über die Clustergruppen hinweg, so ergeben sich zum Teil Unterschiede in Bezug auf die Nutzung der ausgestellten Exponate in den jeweiligen Ausstellungsräumen und die damit einhergehenden Experimentierdauer an den interaktiven Stationen der Phänomente. Eine alleinige Übersicht über die von den jeweiligen Untersuchungsgruppen aufgesuchten Räume, in denen eine aktive <sup>21</sup> Auseinandersetzung mit den Ausstellungsobjekten erfolgte, zeigt - bis auf wenige Ausnahmen in den Räumen 2, 3 und 12 - ein vergleichbares Niveau. Allerdings ergeben die Mittelwerte der Gesamtraumnutzung einen geschlechtsspezifischen Unterschied. Demnach nutzten die Mädchen nur 59,29% und die Frauen nur 60,71% der angebotenen interaktiven Experimentierstationen zur eigenhändigen aktiven Auseinandersetzung mit den Exponaten. Sie lagen somit unterhalb des Durchschnittwertes von 63,38%. Die Gruppe der Jungen erreichte hingegen einen Wert von 65,99%, die Clustergruppe der Männer 67,53%.

<b>Raumnutzungen</b> [n=79]	<b>♀ K-J</b>	<b>♂ K-J</b>	<b>♀ E</b>	<b>♂ E</b>	<b>Ø</b>	<b>Rang</b>
Raum 1	70,00%	80,95%	56,25%	63,64%	<b>67,71%</b>	<b>[7]</b>
Raum 2	5,00%	19,05%	6,25%	9,09%	<b>9,95%</b>	<b>[14]</b>
Raum 3	45,00%	71,43%	62,50%	72,73%	<b>62,92%</b>	<b>[8]</b>
Raum 5	35,00%	47,62%	43,75%	63,64%	<b>47,50%</b>	<b>[12]</b>
Raum 6	75,00%	61,90%	75,00%	81,82%	<b>73,43%</b>	<b>[5]</b>
Raum 8	80,00%	90,48%	75,00%	77,27%	<b>80,69%</b>	<b>[3]</b>
Raum 10	65,00%	52,38%	68,75%	63,64%	<b>62,44%</b>	<b>[9]</b>
Raum 11	85,00%	80,95%	81,25%	86,36%	<b>83,39%</b>	<b>[2]</b>
Raum 12	50,00%	66,67%	37,50%	63,64%	<b>54,45%</b>	<b>[11]</b>
Raum 13	65,00%	52,38%	56,25%	68,18%	<b>60,45%</b>	<b>[10]</b>
Raum 14	35,00%	42,85%	50,00%	50,00%	<b>44,47%</b>	<b>[13]</b>
Raum 15	75,00%	80,95%	75,00%	81,82%	<b>78,19%</b>	<b>[4]</b>
Raum 16	65,00%	80,95%	75,00%	72,73%	<b>73,42%</b>	<b>[6]</b>
Raum 17	80,00%	95,25%	87,50%	90,91%	<b>88,41%</b>	<b>[1]</b>
<b>Mittelwerte</b>	<b>59,29%</b>	<b>65,99%</b>	<b>60,71%</b>	<b>67,53%</b>	<b>63,38%</b>	<b>-</b>

**Tabelle 40:** Darstellung der von den Gruppen genutzten Räume inkl. der gemittelten Rangfolge aller Räumlichkeiten.

<sup>21</sup> „aktiv“ bezeichnet in diesem Fall das Erreichen von mindestens Kategorie 1 beim Experimentieren.

Beide Werte der männlichen Untersuchungsgruppen lagen im Vergleich zu den Werten der weiblichen Clustergruppen mit Werten von 2,61% bei den Jungen und 4,15% bei den Männern oberhalb des Durchschnittswertes. Allerdings sagen diese ermittelten Werte nichts über die zeitliche oder gar qualitative Auseinandersetzung mit den dargebotenen Exponaten der Phänomenta Flensburg aus.

In Hinblick auf die Attraktivität der Einzelräume ergibt sich somit folgendes Ranking (beliebtester und unbeliebtester Raum) für die durch die Besucher durch eigene Interaktion genutzten Räume.

Raum-Ranking	♀ K-J	♂ K-J	♀ E	♂ E
beliebtester Raum	Raum 11	Raum 17	Raum 17	Raum 17
unbeliebtester Raum	Raum 2	Raum 2	Raum 2	Raum 2

**Tabelle 41:** Darstellung der beliebtesten und unbeliebtesten Räume in der Phänomenta Flensburg.

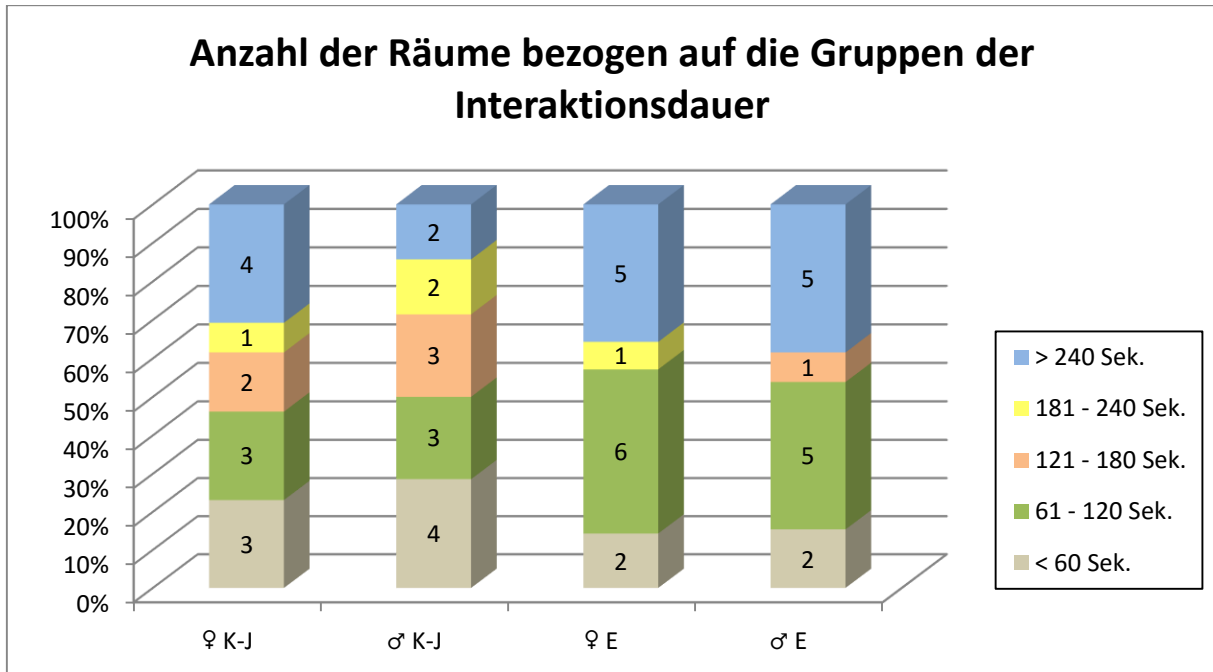
Wird hingegen die durchschnittliche Experimentierdauer bezogen auf den jeweiligen Raum zu Grunde gelegt, so ergibt sich folgendes Bild.

Experimentierdauer	< 60 Sek.	61-120 Sek.	121-180 Sek.	181-240 Sek.	> 240 Sek.
♀ K-J	1/2/12	3/5/14	6/13	11	8/15/16/17
♂ K-J	1/3/5/10	11/12/14	2/13/16	6/17	8/15
♀ E	2/3	1/5/10/12/13/14	-	11	6/8/15/16/17
♂ E	10/14	1/2/3/5/12	13	-	6/8/15/16/17

**Tabelle 42:** Aufstellung der durchschnittlichen Experimentierdauer pro Ausstellungsraum bezogen auf die Gruppen. Die Zahlen stellen hierbei den jeweiligen Raum dar.

Die Auswertung der Daten zeigte, dass der Median der Experimentierdauer insbesondere bei den erwachsenen Besuchern von länger andauernden Interaktionen geprägt ist. Des Weiteren lässt sich in dieser Clustergruppe allerdings ein hoher Anteil an mäßiger Experimentierdauer pro besuchtem Raum feststellen. In der Gruppe der männlichen Kinder und Jugendlichen zeigt sich im Vergleich zu den weiteren Untersuchungsgruppen eine starke Sequenzierung der Interaktionsdauer sowie eine überwiegende Präferenz zu den geringeren Experimentierzeitklassen. Ähnlich verhält sich die Gruppe der weiblichen Kinder und Jugendlichen. Allerdings ist die Zahl der besuchten Räume mit einer sehr hohen Interaktionsdauer mit einem Wert von 4 bei ihnen doppelt so hoch wie bei den männlichen Besuchern (Wert von 2) in ihrem Alterscluster.

Wie in Abbildung 53 ersichtlich ist, scheinen sich die Besuchergruppen in der Altersklasse der Erwachsenen über die Geschlechtergrenzen hinweg in ihrem zeitlichen Experimentierverhalten zu ähneln.



**Abbildung 53:** Darstellung der Anzahl von Räumen pro Interaktionsgruppe bezogen auf jede Clustergruppe.



#### 4.2.2 Raumnutzungsanalyse / Tracking

Auf den nächsten Seiten erfolgt die Darstellung der Trackingdaten aus der Raumnutzungsanalyse. Hierbei wird neben der Verweildauer an den jeweiligen ausgestellten interaktiven Experimentierstationen auch die Zahl der Besucher angegeben, die bei dem Besuch der Station mit ihr interagiert haben (hands on) und sich mit dem Exponat aktiv auseinandergesetzt haben. In Analogie zu der von Diamond/ Luke/ Uttal (2009) beschriebenen auf Daten von Yalowitz basierenden Darstellungsform für die im Rahmen des Trackings gewonnenen Daten erfolgt die Datendarstellung mithilfe einer Farbcodierung. Sie stellt die gedrittelte Experimentierzeit an dem einzelnen Exponat pro Clustergruppe dar.

Aufgrund von zwischenzeitlich erfolgtem Austausch einzelner Exponate im Erdgeschoss der Phänomenta Flensburg wird auf eine Darstellung dieses Ausstellungsbereichs in der Raumnutzungsanalyse verzichtet.

Auf Grundlage der im folgenden dargestellten Ergebnisse erfolgt im weiteren Verlauf dieses Kapitels die zahlenmäßige qualitative Ermittlung der „hots & colds“ (siehe Kapitel 3.2.4). Hierbei handelt es sich um die von den Ausstellungsbesuchern am häufigsten bzw. am wenigsten genutzten Exponate dieser Ausstellung.

Eine thematische Zuordnung der Räume zu ihren darzustellenden physikalischen Grundphänomenen lässt sich nur bedingt darstellen, da innerhalb der einzelnen Räume Mischformen vorkommen können.

	<b>Themen</b>		<b>Themen</b>
<b>Raum 1</b>	Eingangshalle: Optik, Mechanik, Wahrnehmung	<b>Raum 11</b>	Mechanik, Kinetik, Optik, Elektrik
<b>Raum 2</b>	Vortragsraum: Mechanik, Optik	<b>Raum 12</b>	Optik, Kinetik, Wahrnehmung, Mechanik, Akkustik
<b>Raum 3</b>	Mechanik	<b>Raum 13</b>	Wahrnehmung, Sprache, Optik, Akkustik, Mechanik
<b>Raum 5</b>	Optik, Mechanik	<b>Raum 14</b>	Wahrnehmung
<b>Raum 6</b>	Licht, Optik (Dunkelraum)	<b>Raum 15</b>	Akkustik, Mathematik, Wahrnehmung
<b>Raum 8</b>	Wahrnehmung, Kraft, Mechnik, Akkustik, Optik	<b>Raum 16</b>	Mathematik, Kombinatorik
<b>Raum 10</b>	Optik, Wahrnehmung	<b>Raum 17</b>	Optik, Wahrnehmung

**Tabelle 43:** Übersicht der Themenschwerpunkte in den Räumen der Phänomenta Flensburg

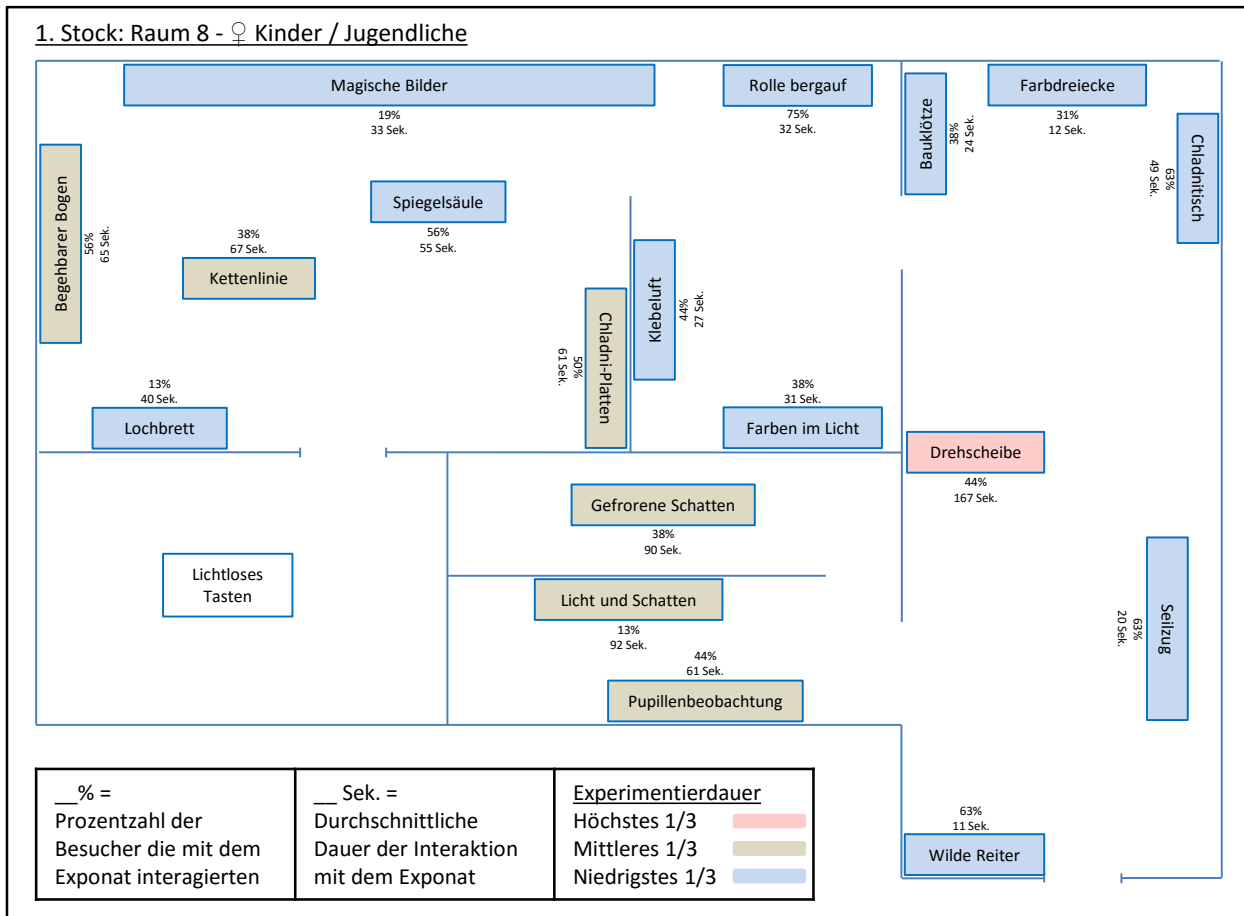


Abbildung 54: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Kinder und Jugendlichen in Raum 8

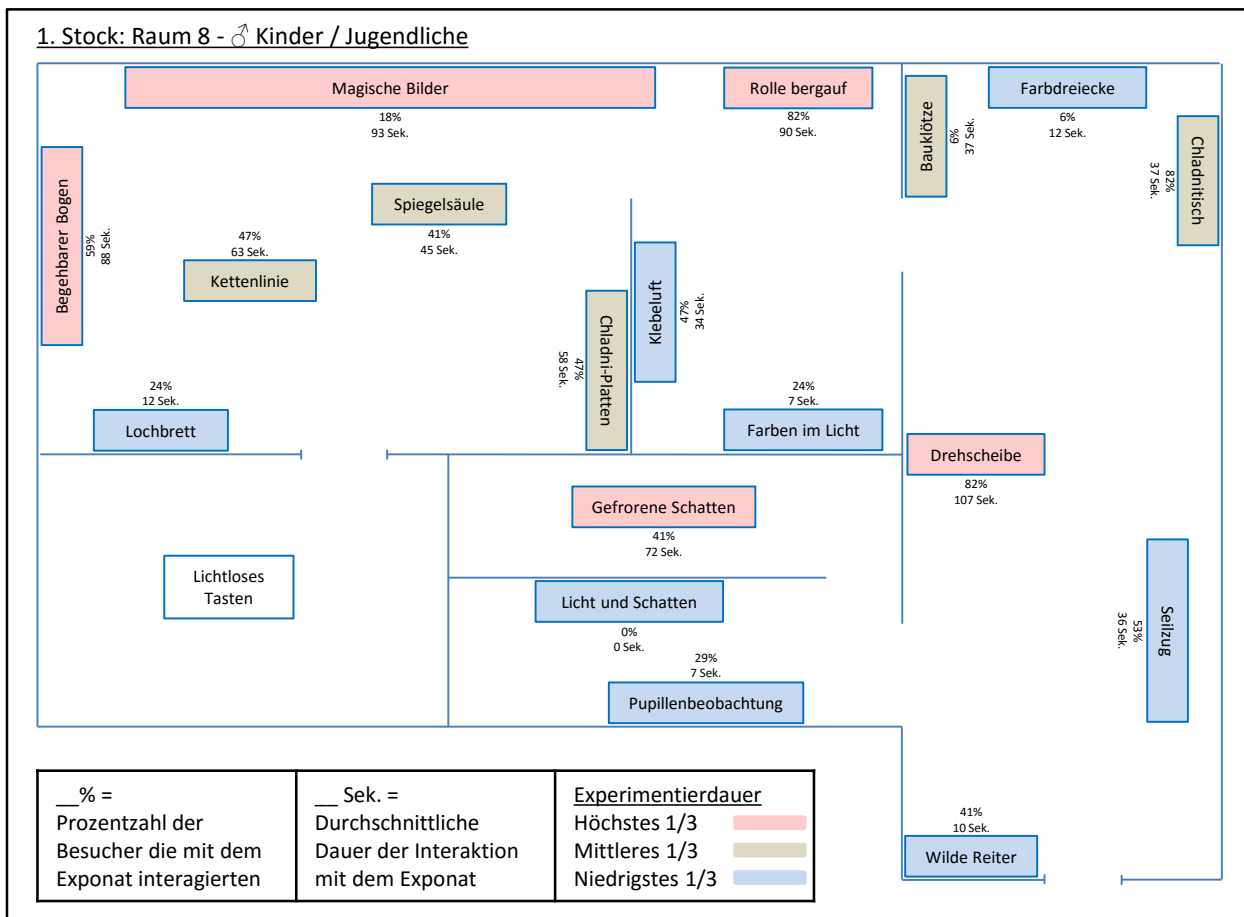


Abbildung 55: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Kinder und Jugendlichen in Raum 8

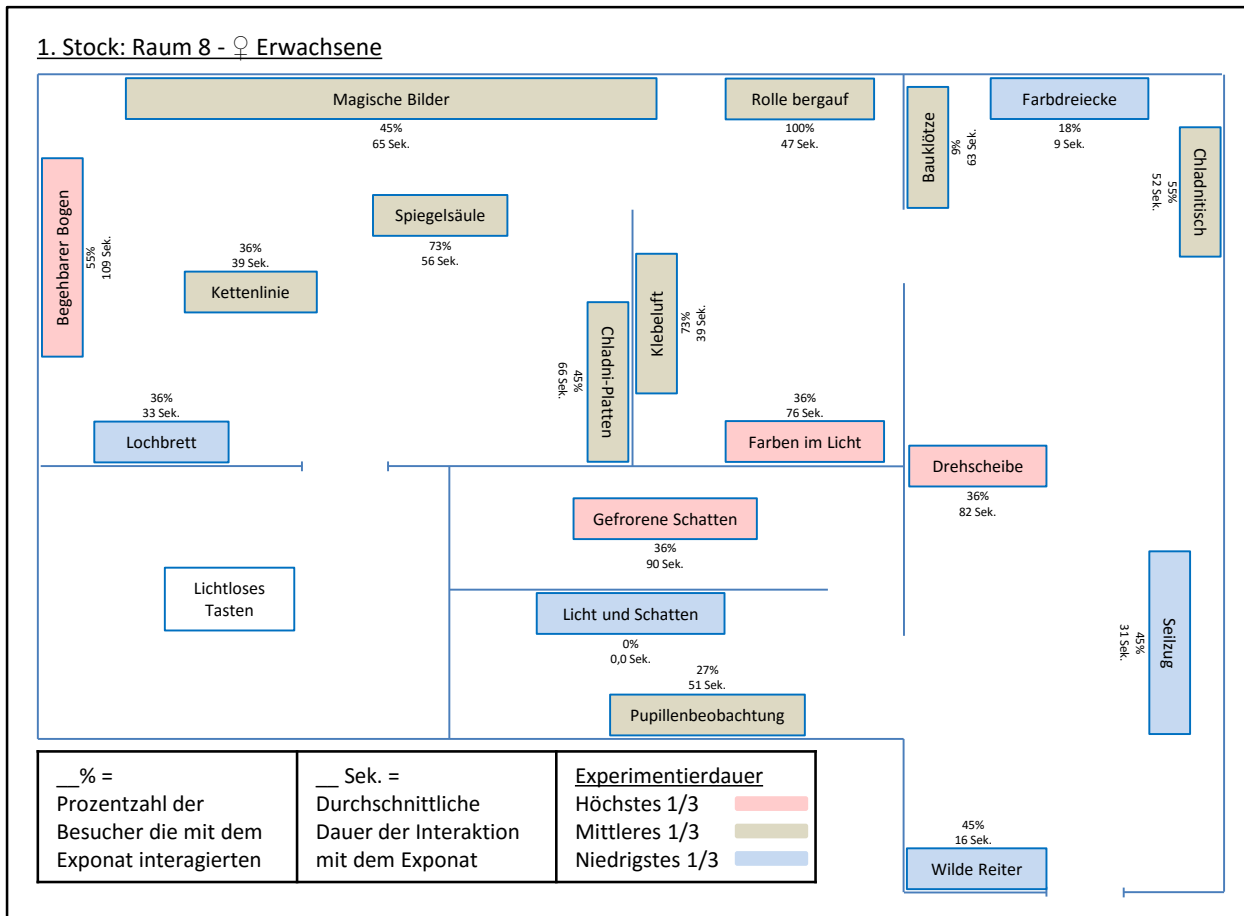


Abbildung 56: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Erwachsenen in Raum 8

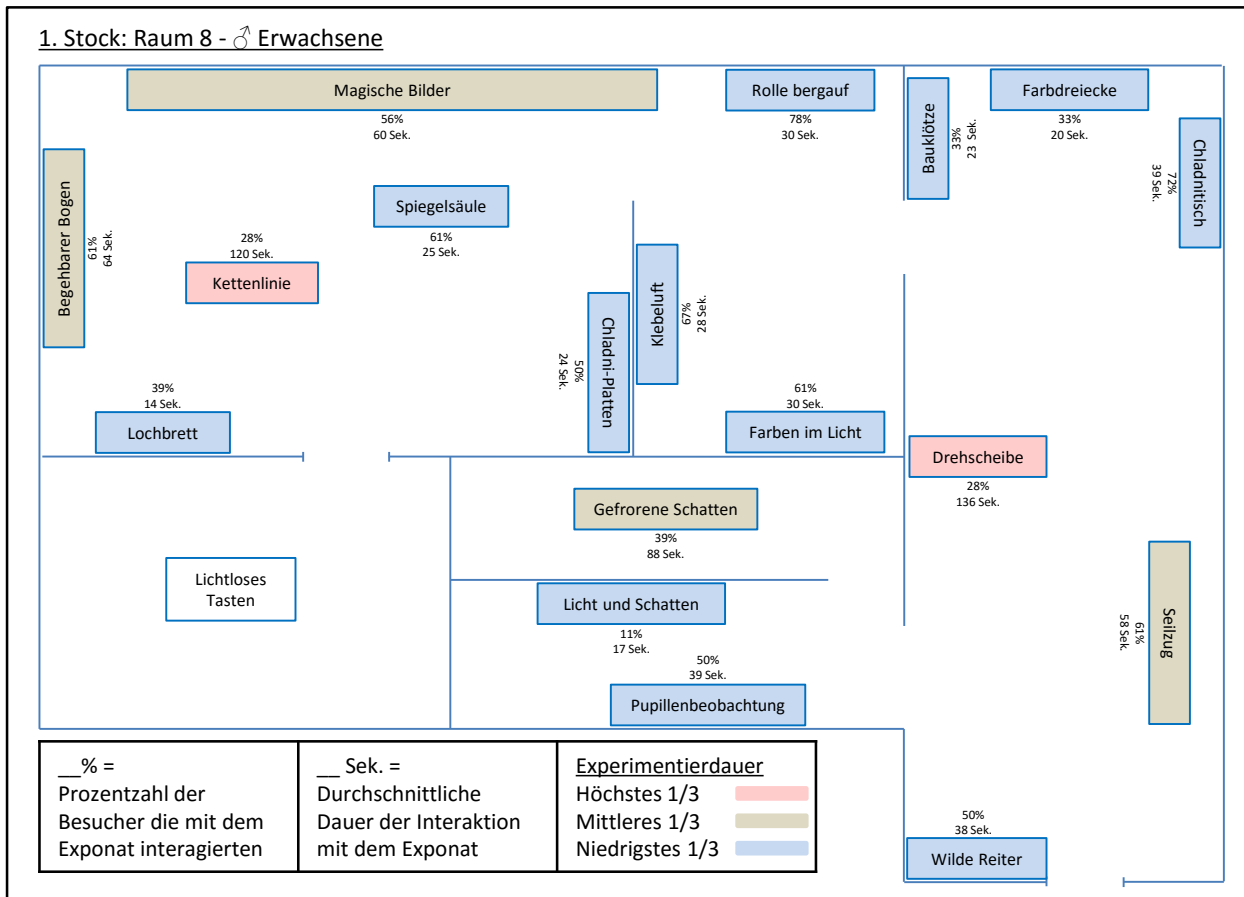


Abbildung 57: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Erwachsenen in Raum 8

Der Ausstellungsraum Nummer 8 wird von allen Besuchern über die Clustergrenzen hinweg sehr häufig aufgesucht und zeichnet sich durch ein hohes Maß an Besucherinteraktionen an den Exponaten aus. Betrachtet man die Anzahl der in diesem Raum ausgestellten Experimentierstationen (n=18) und stellt ihr die individuelle Zahl an genutzten Stationen gegenüber, so ergibt sich folgende Übersicht:

Raum 8	♀ K-J	♂ K-J	♀ E	♂ E
Mittelwert	40,12%	45,56%	42,42%	49,38%
min. Wert	5,56%	33,33%	16,67%	22,22%
max. Wert	83,33%	66,67%	72,22%	72,22%

Tabelle 44: Darstellung der von den jeweiligen Gruppen genutzten Stationen in Raum 8

Gerade erwachsene männliche Besucher nutzen die Gelegenheit und experimentieren an den in diesem Raum ausgestellten interaktiven Experimentierstationen. Für die Gruppe der weiblichen Kinder und Jugendlichen scheinen die Stationen einen geringeren Reiz zum Experimentieren auszustrahlen. Allerdings zeigt innerhalb dieser Untersuchungsgruppe ein max. Wert von 83,33% einen deutlichen Abstand zu den anderen Clustergruppen.

	♀E	♂E	♀K-J	♂K-J	∅	Nutzung	♀E	♂E	♀K-J	♂K-J	∅	Dauer
Wilde Reiter	45%	50%	63%	41%	50%		16	38	11	10	19	
Seilzug	45%	61%	63%	53%	56%		31	58	20	36	36	
Gefrorene Schatten	36%	39%	38%	41%	38%		90	88	90	72	85	
Pupillenbeobachtung	27%	50%	44%	29%	38%		51	39	61	7	39	
Licht und Schatten	0%	11%	13%	0%	6%		-	17	92	-	54	
Chladnitisch	55%	72%	63%	82%	68%		52	39	49	37	44	
Bauklötze	9%	33%	38%	6%	21%		63	23	24	37	37	
Farbdreiecke	18%	33%	31%	6%	22%		9	20	12	12	13	
Farben im Licht	36%	61%	38%	24%	40%		76	30	31	7	36	
Klebeluft	73%	67%	44%	47%	58%		39	28	27	34	32	
Rolle bergauf	100%	78%	75%	82%	84%		47	30	32	90	50	
Magische Bilder	45%	56%	19%	18%	34%		65	60	33	93	63	
Spiegelsäule	73%	61%	56%	41%	58%		56	25	55	45	45	
Chladni-Platten	45%	50%	50%	47%	48%		66	24	61	58	52	
Lochbrett	36%	39%	13%	24%	28%		33	14	40	12	25	
Begehbarer Bogen	55%	61%	56%	59%	58%		109	64	65	88	81	
Kettenlinie	36%	28%	38%	47%	37%		39	120	67	63	72	
Drehscheibe	36%	28%	44%	82%	48%		82	136	167	107	123	
∅ Mittelwert	43%	49%	43%	41%	44%		54	47	52	47	50	

Tabelle 45: Übersicht der Besucher und deren Nutzung von interaktiven Experimentierstationen in Raum 8. Die Prozentangaben geben die Anzahl der Nutzer an dem jeweiligen Exponat wieder, die Zahlenwerte die jeweilige Interaktionsdauer. Die Farbbalken stellen hierbei jeweils den Min- als auch Max-Wert dar.

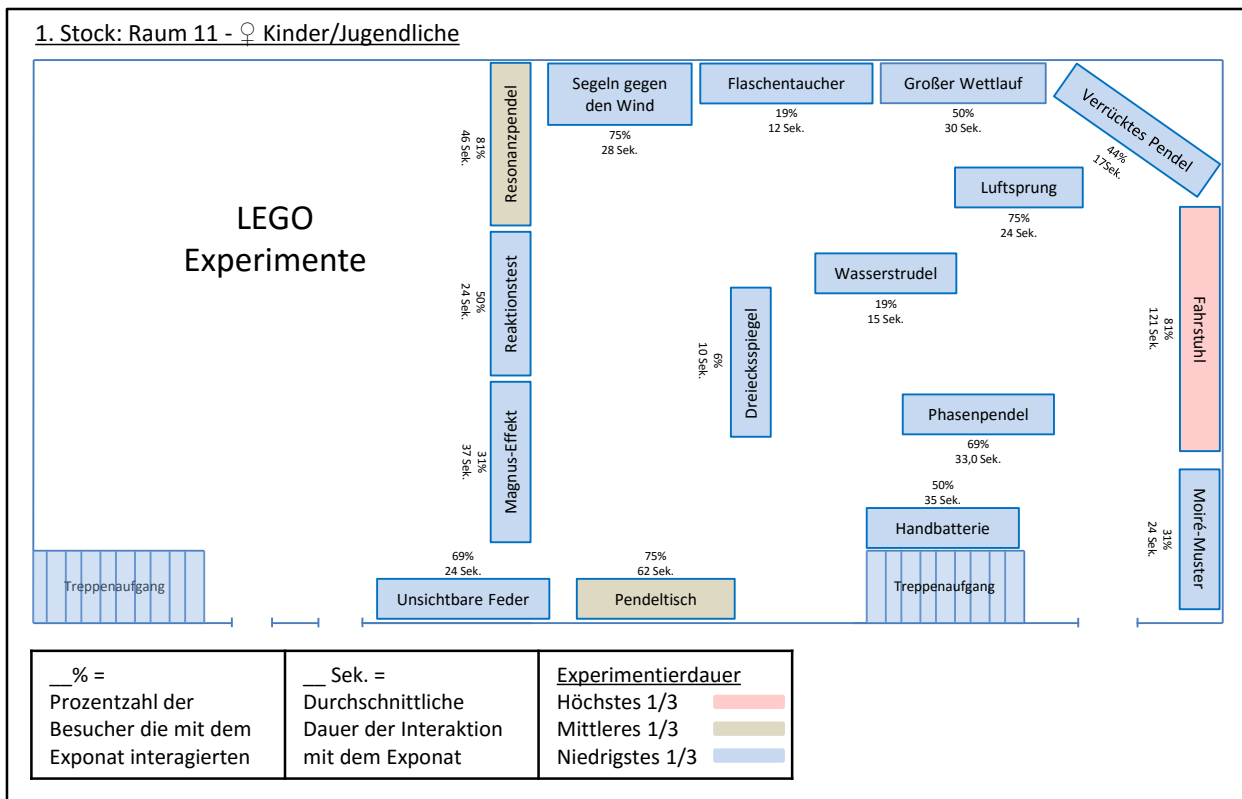


Abbildung 58: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Kinder und Jugendlichen in Raum 11

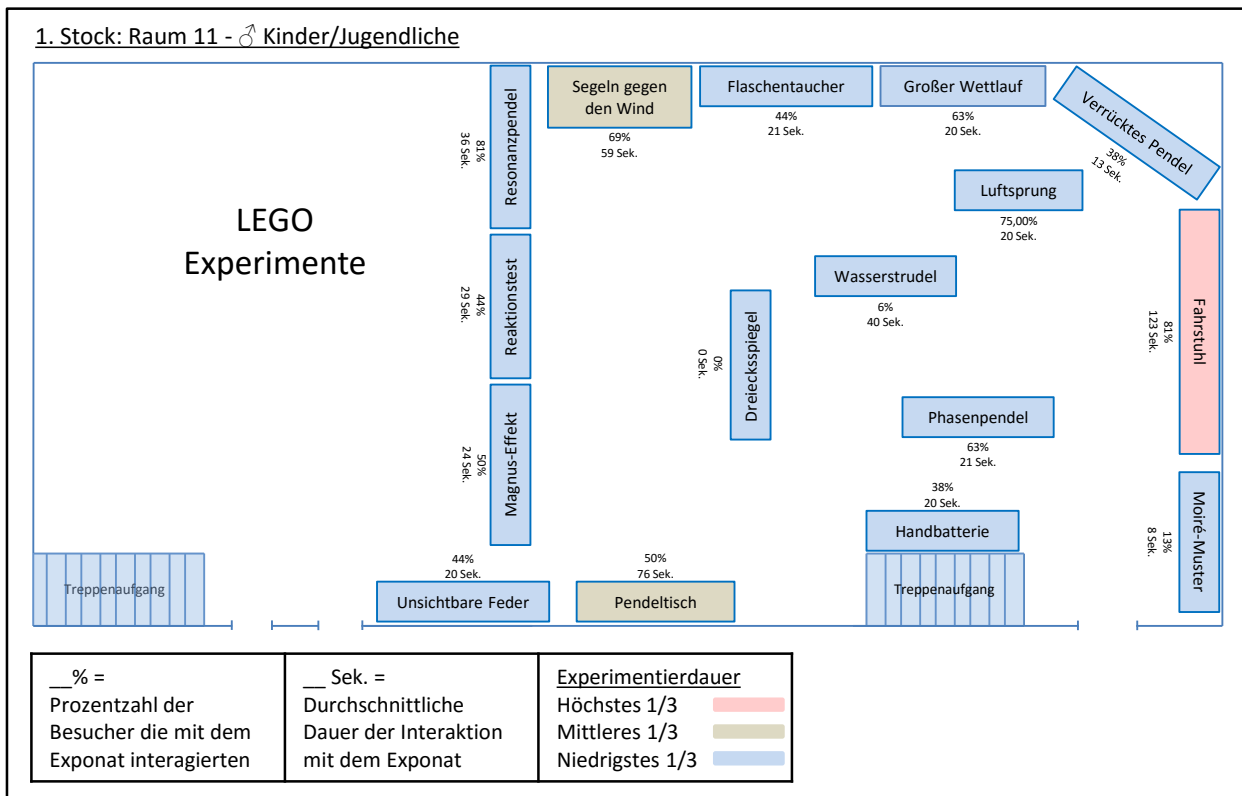


Abbildung 59: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Kinder und Jugendlichen in Raum 11

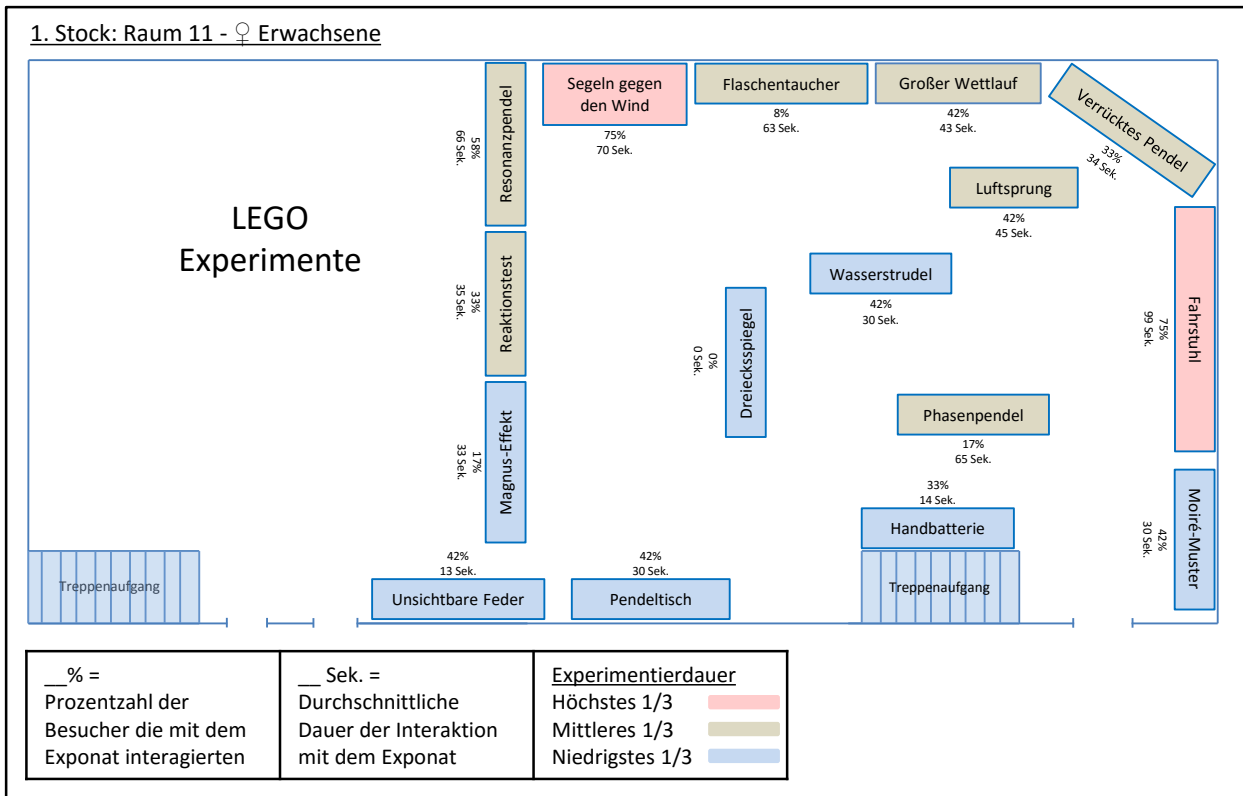


Abbildung 60: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Erwachsenen in Raum 11

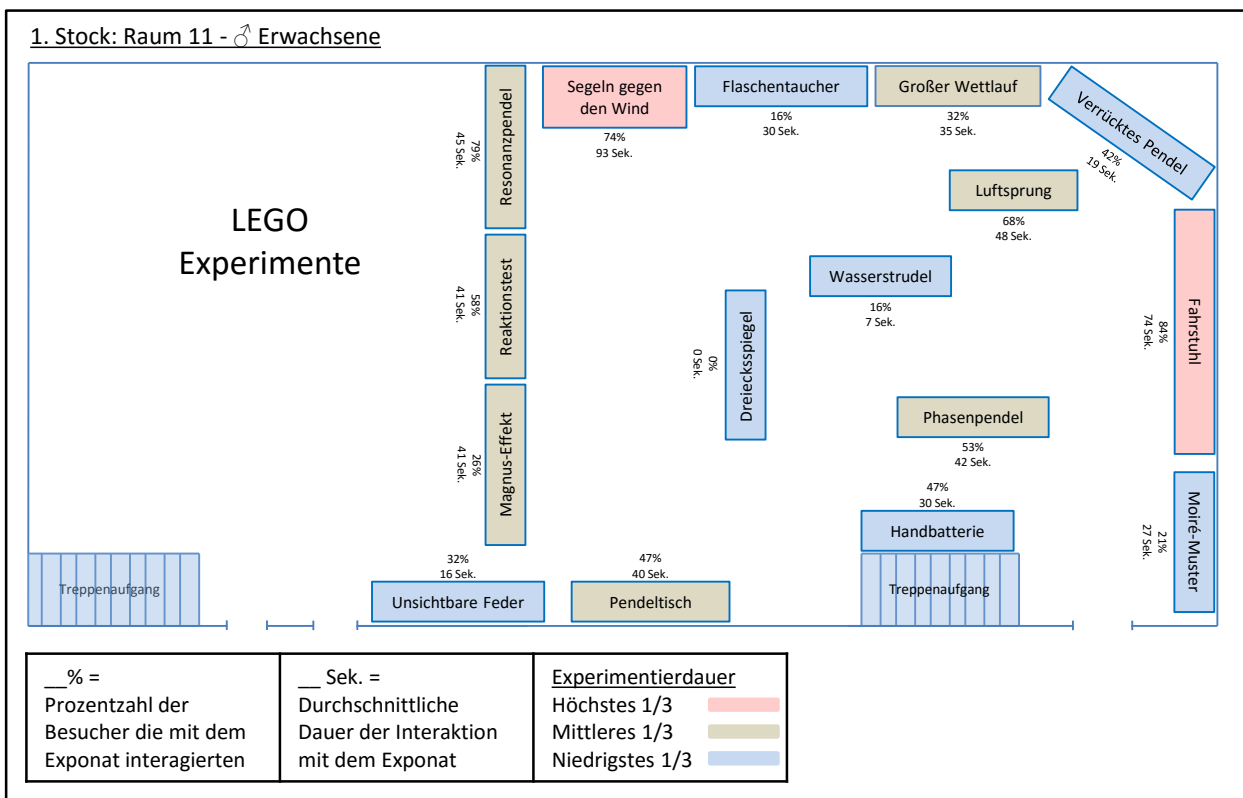


Abbildung 61: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Erwachsenen in Raum 11

Der Raum 11 wird sehr gut von der Besuchergruppe der weiblichen Kinder und Jugendlichen besucht und genutzt. Sie experimentieren an 55,00% der dargebotenen Experimentierstationen. Ein ähnlich hohes Niveau mit 46,88% erreicht die Gruppe der männlichen Kinder und Jugendlichen.

Raum 11	♀ K-J	♂ K-J	♀ E	♂ E
Mittelwert	55,00%	46,88%	37,50%	43,42%
min. Wert	18,75%	6,25%	12,50%	18,75%
max. Wert	81,25%	81,25%	62,50%	75,00%

Tabelle 46: Darstellung der von den jeweiligen Gruppen genutzten Stationen in Raum 11

Die Gruppe der weiblichen Erwachsenen hingegen zeigt mit einem Wert von 37,50% einen deutlich geringeren Wert. Sie scheinen die angebotenen Möglichkeiten zum Experimentieren an den Stationen nur in einem stark reduzierten Umfang zu nutzen. Allerdings fällt auf, dass sie dann oftmals mehr Zeit beim Experimentieren am Exponat verbringen als die Gruppen der Kinder und Jugendlichen beider Geschlechter.

	♀E	♂E	♀K-J	♂K-J	∅	Nutzung	♀E	♂E	♀K-J	♂K-J	∅	Dauer
Verrücktes Pendel	33%	42%	44%	38%	39%		34	19	17	13	20	
Großer Wettlauf	42%	32%	50%	63%	46%		43	35	30	20	32	
Luftsprung	42%	68%	75%	75%	65%		45	48	24	20	34	
Moiré-Muster	42%	21%	31%	13%	27%		30	27	24	8	22	
Segeln gegen den Wind	75%	74%	75%	69%	73%		70	93	28	59	62	
Handbatterie	33%	47%	50%	38%	42%		14	30	35	20	25	
Unsichtbare Feder	42%	32%	69%	44%	46%		13	16	24	20	18	
Pendeltisch	42%	47%	75%	50%	54%		30	40	62	76	52	
Resonanzpendel	58%	79%	81%	81%	75%		66	45	46	36	48	
Fahrstuhl	75%	84%	81%	75%	79%		99	74	121	123	104	
Phasenpendel	17%	53%	69%	63%	50%		65	42	33	21	40	
Reaktionstest	33%	58%	50%	44%	46%		35	41	24	29	32	
Wasserstrudel	42%	16%	19%	6%	21%		30	7	15	40	23	
Dreiecksspiegel	0%	0%	6%	0%	2%		0	0	16	0	4	
Flaschentaucher	8%	16%	19%	44%	22%		63	30	12	21	32	
Magnus-Effekt	17%	26%	31%	50%	31%		33	41	37	24	34	
∅ Mittelwert	38%	43%	52%	47%	45%		42	37	34	33	36	

Tabelle 47: Übersicht der Besucher und deren Nutzung von interaktiven Experimentierstationen in Raum 11. Die Prozentangaben geben die Anzahl der Nutzer an dem jeweiligen Exponat wieder, die Zahlenwerte die jeweilige Interaktionsdauer. Die Farbbalken stellen hierbei jeweils den Min- als auch Max-Wert dar.

Die Tabelle 47 zeigt noch einmal deutlich die überlegene Dominanz der Clustergruppe von experimentierenden weiblichen Kindern und Jugendlichen an den interaktiven Stationen in Raum Nummer 11.

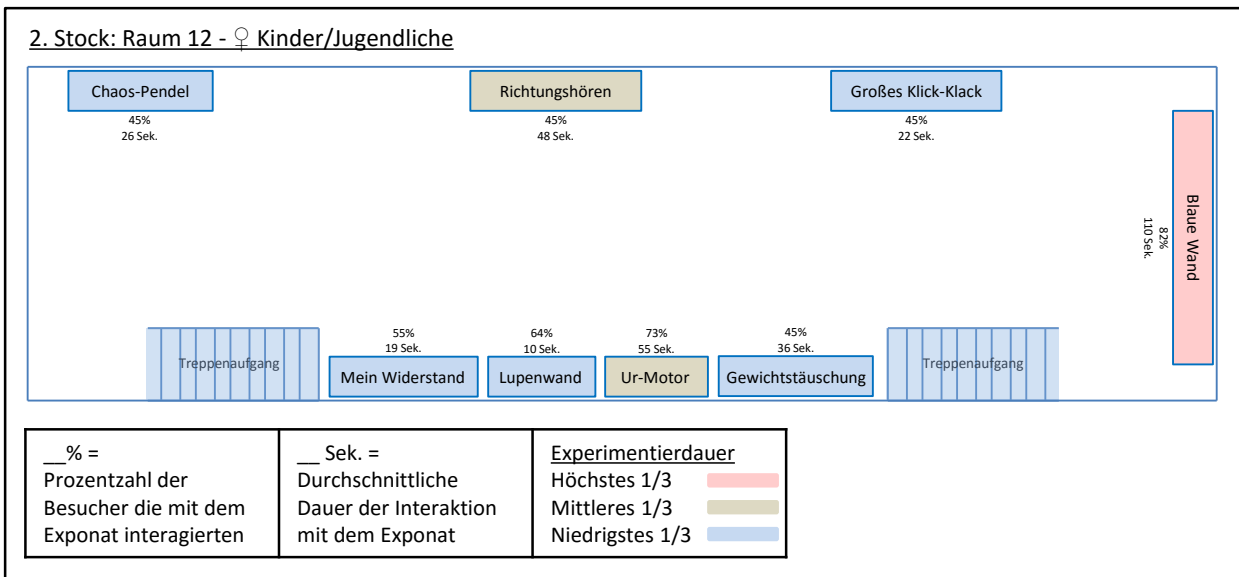


Abbildung 62: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Kinder und Jugendlichen in Raum 12

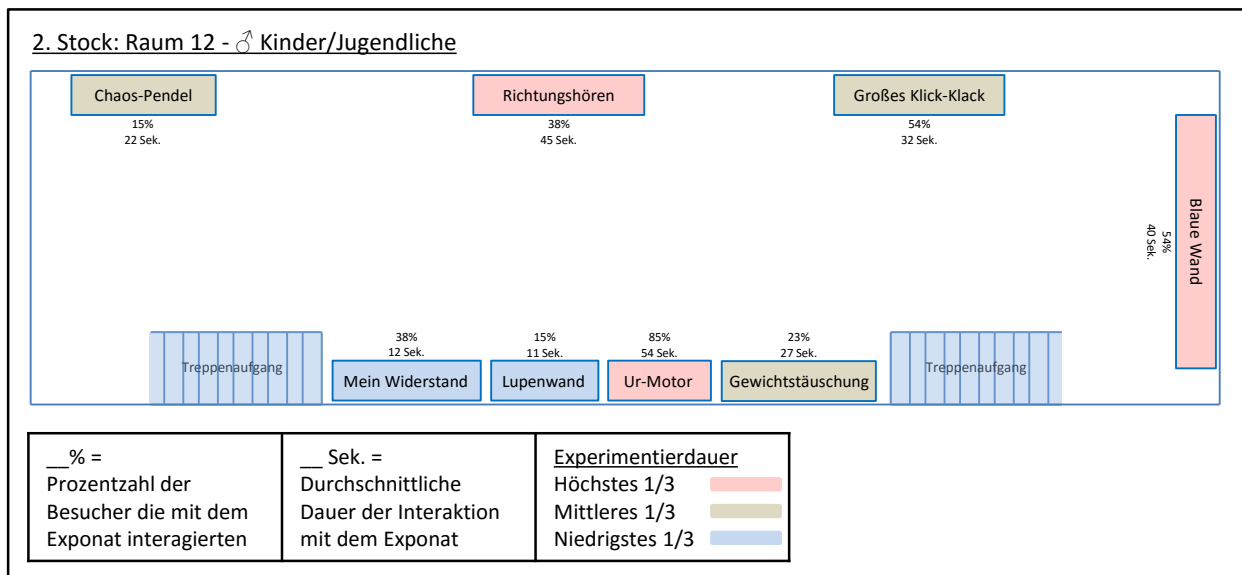


Abbildung 63: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Kinder und Jugendlichen in Raum 12

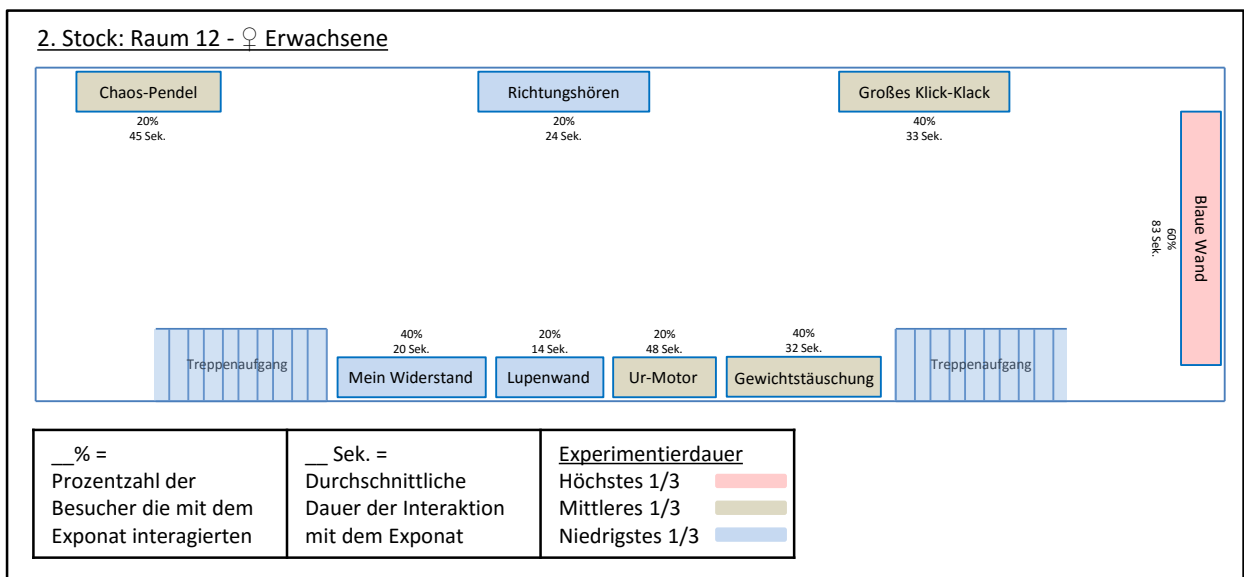


Abbildung 64: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Erwachsenen in Raum 12



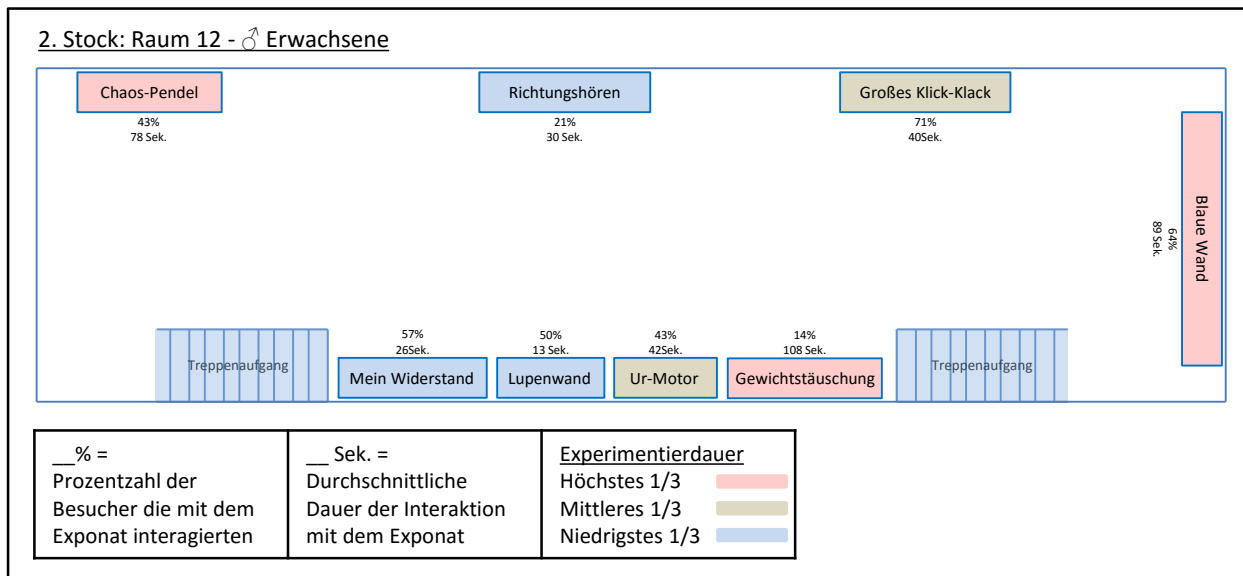


Abbildung 65: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Erwachsenen in Raum 12

Dieser Bereich der Ausstellung scheint insbesondere bei der Gruppe der weiblichen Erwachsenen mit einem Wert von 32,50% nur wenig Beachtung zu erfahren. Die Gruppe der weiblichen Kinder und Jugendlichen hingegen erreicht im Vergleich mit allen anderen Untersuchungsgruppen einen Spitzenplatz mit einem Mittelwert von 52,50% und einem max. Wert von 87,50%.

Raum 12	♀ K-J	♂ K-J	♀ E	♂ E
Mittelwert	52,50%	40,38%	32,50%	45,54%
min. Wert	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%
max. Wert	87,50%	75,00%	62,50%	75,00%

Tabelle 48: Darstellung der von den jeweiligen Gruppen genutzten Stationen in Raum 12

	♀ E	♂ E	♀ K-J	♂ K-J	∅	Nutzung	♀ E	♂ E	♀ K-J	♂ K-J	∅	Dauer
Blaue Wand	60%	64%	82%	54%	65%	<span style="color: blue;">█</span> <span style="color: green;">█</span> <span style="color: red;">█</span>	83	89	110	40	80	<span style="color: red;">█</span> <span style="color: green;">█</span> <span style="color: blue;">█</span>
Großes Klick-Klack	40%	71%	45%	54%	53%	<span style="color: green;">█</span> <span style="color: blue;">█</span> <span style="color: red;">█</span>	33	40	22	32	32	<span style="color: red;">█</span> <span style="color: green;">█</span> <span style="color: blue;">█</span>
Gewichtstäuschung	40%	14%	45%	23%	31%	<span style="color: blue;">█</span> <span style="color: green;">█</span> <span style="color: red;">█</span>	32	108	36	27	51	<span style="color: red;">█</span> <span style="color: green;">█</span> <span style="color: blue;">█</span>
Ur-Motor	20%	43%	73%	85%	55%	<span style="color: red;">█</span> <span style="color: blue;">█</span> <span style="color: green;">█</span>	48	42	55	54	50	<span style="color: red;">█</span> <span style="color: green;">█</span> <span style="color: blue;">█</span>
Mein Widerstand	40%	57%	55%	38%	48%	<span style="color: green;">█</span> <span style="color: blue;">█</span> <span style="color: red;">█</span>	20	26	19	12	19	<span style="color: red;">█</span> <span style="color: green;">█</span> <span style="color: blue;">█</span>
Lupenwand	20%	50%	64%	15%	37%	<span style="color: blue;">█</span> <span style="color: green;">█</span> <span style="color: red;">█</span>	14	13	10	11	12	<span style="color: green;">█</span> <span style="color: red;">█</span> <span style="color: blue;">█</span>
Chaos-Pendel	20%	43%	45%	15%	31%	<span style="color: blue;">█</span> <span style="color: green;">█</span> <span style="color: red;">█</span>	45	78	26	22	43	<span style="color: red;">█</span> <span style="color: green;">█</span> <span style="color: blue;">█</span>
Richtungshören	20%	21%	45%	38%	31%	<span style="color: red;">█</span> <span style="color: green;">█</span> <span style="color: blue;">█</span>	24	30	48	45	37	<span style="color: red;">█</span> <span style="color: green;">█</span> <span style="color: blue;">█</span>
∅ Mittelwert	33%	46%	57%	40%	44%	<span style="color: red;">█</span> <span style="color: blue;">█</span> <span style="color: green;">█</span>	37	53	41	30	40	<span style="color: red;">█</span> <span style="color: green;">█</span> <span style="color: blue;">█</span>

Tabelle 49: Übersicht der Besucher und deren Nutzung von interaktiven Experimentierstationen in Raum 12. Die Prozentangaben geben die Anzahl der Nutzer an dem jeweiligen Exponat wieder, die Zahlenwerte die jeweilige Interaktionsdauer. Die Farbbalken stellen hierbei jeweils den Min- als auch Max-Wert dar.

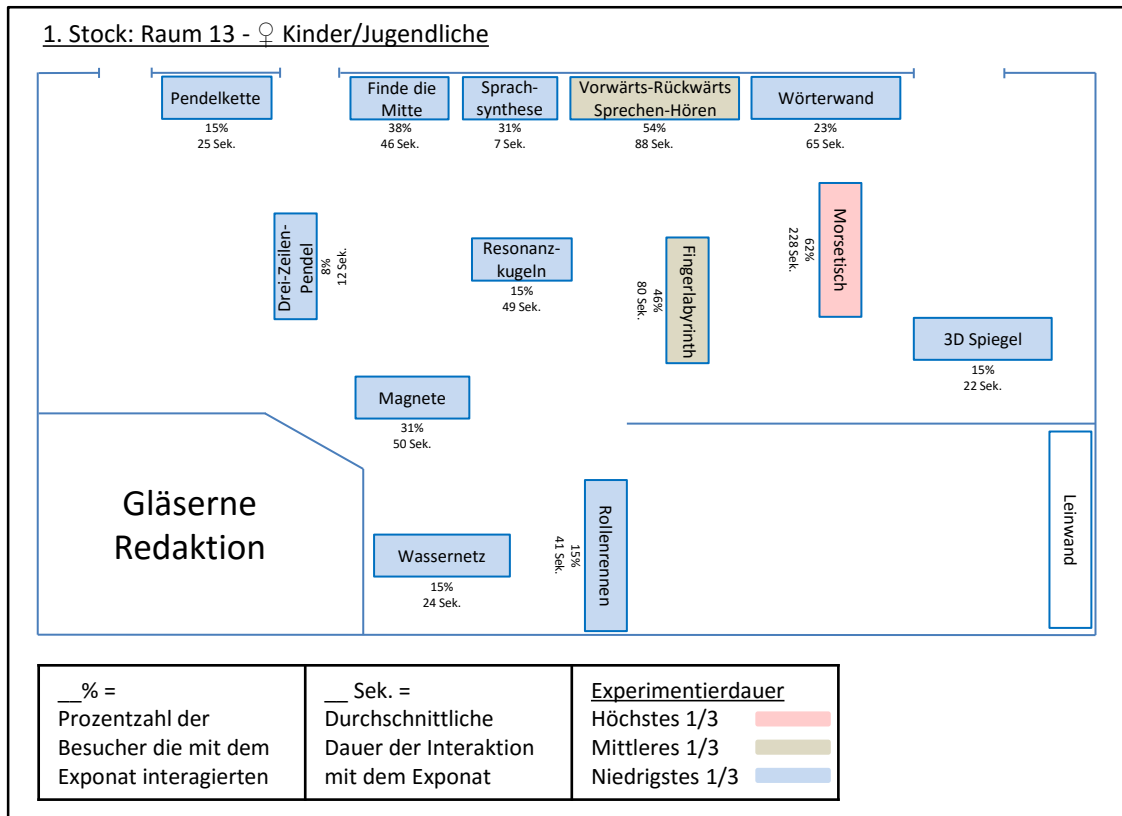


Abbildung 66: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Kinder und Jugendlichen in Raum 13

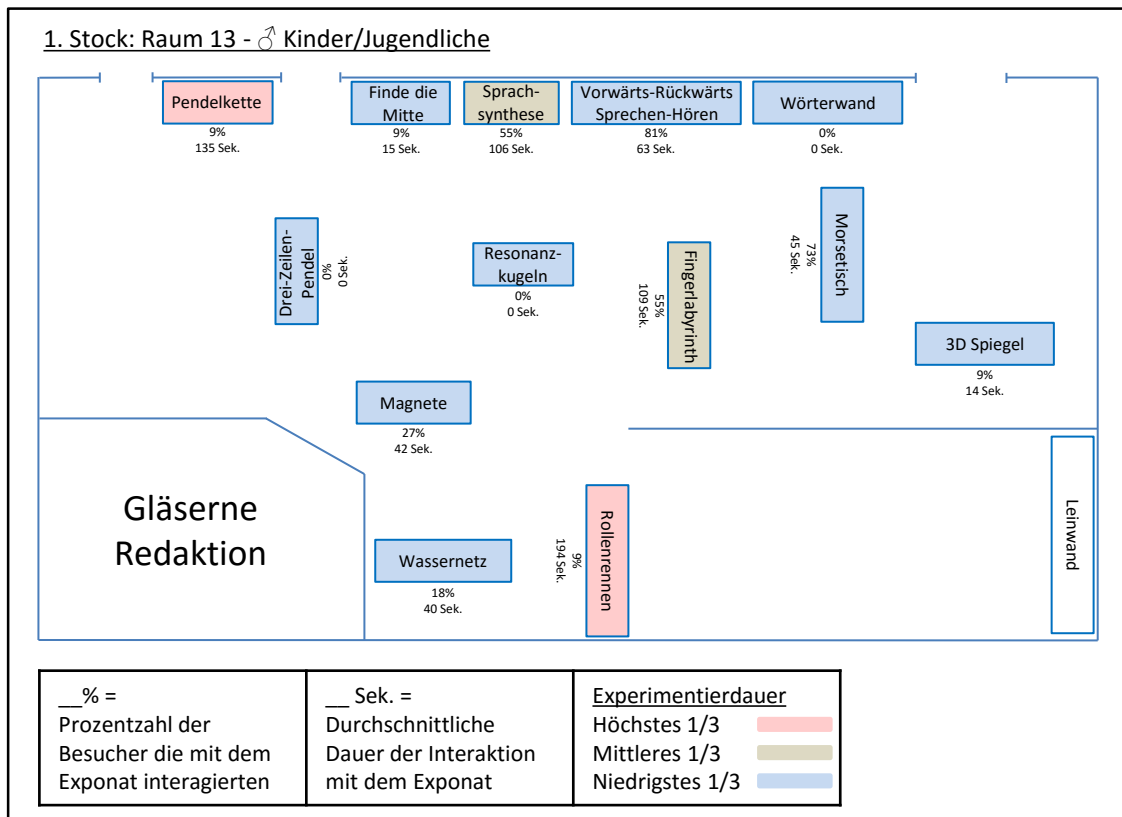


Abbildung 67: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Kinder und Jugendlichen in Raum 13

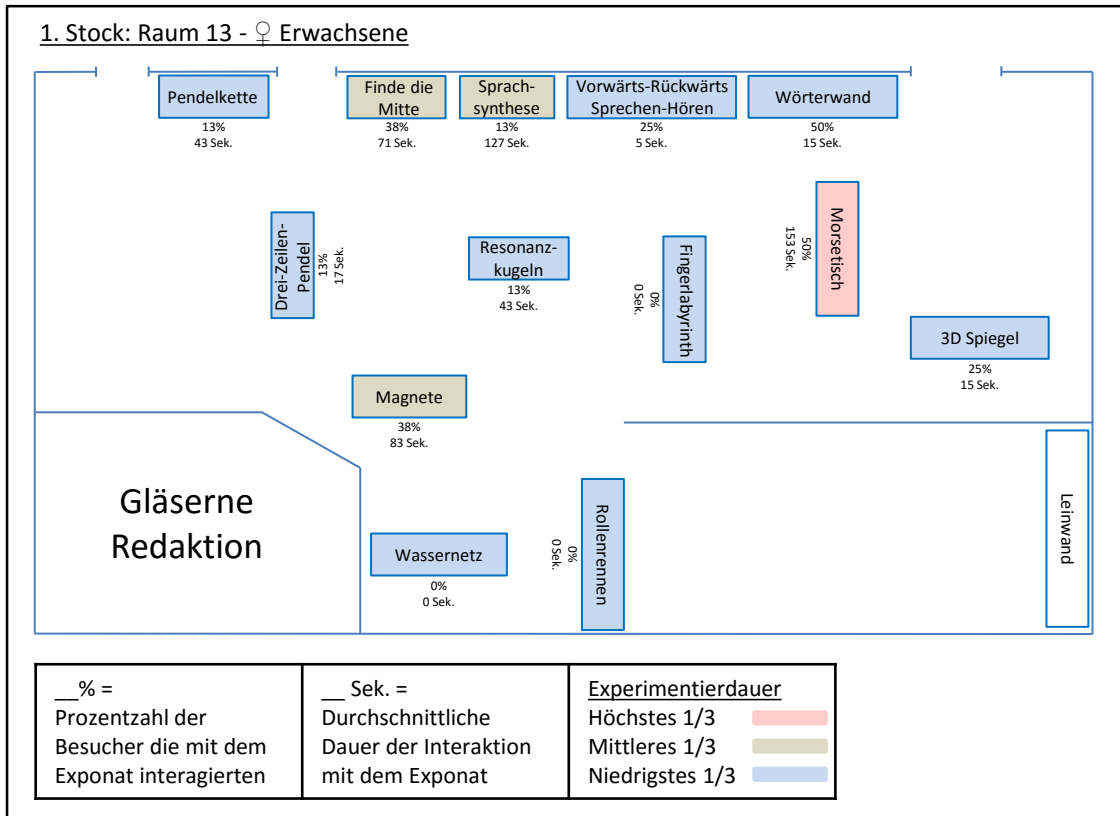


Abbildung 68: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Erwachsenen in Raum 13

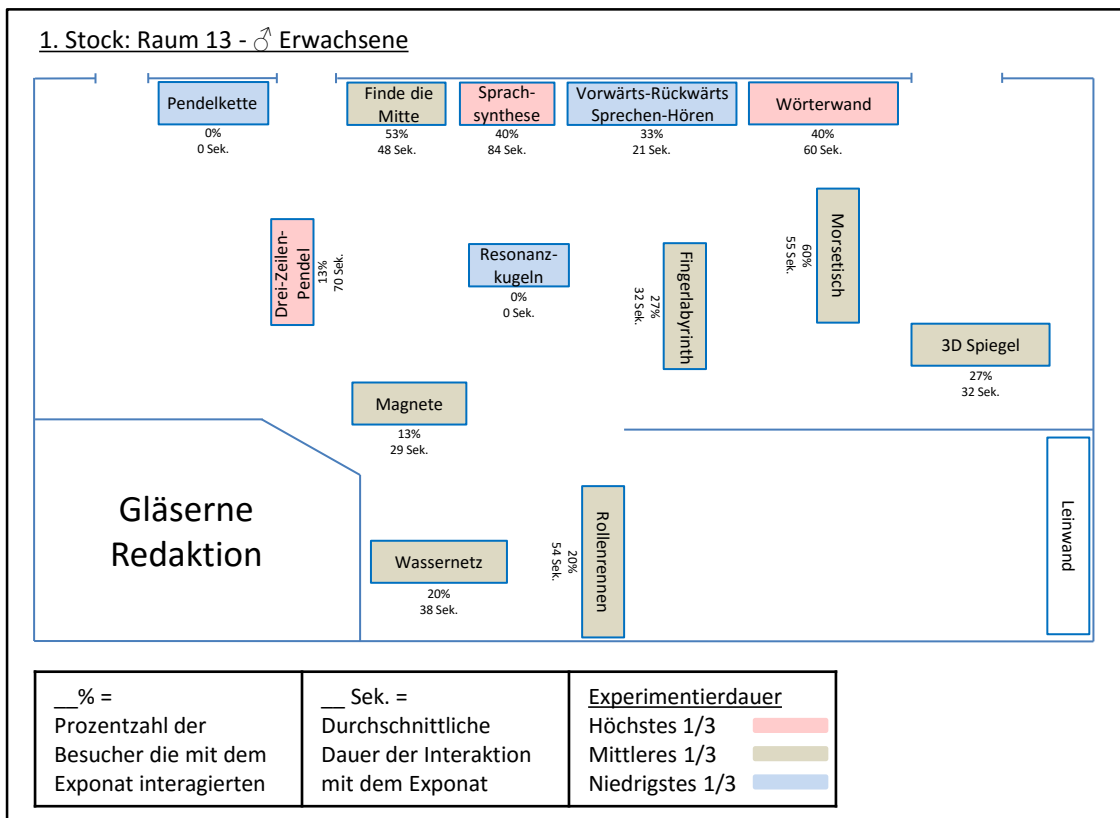


Abbildung 69: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Erwachsenen in Raum 13

Die Phänomentabesucher aller Clustergruppen nutzen die Ausstellungsobjekte in Raum Nummer 13 im Mittel nur in einem geringeren Umfang.

Auch ein Vergleich der Daten über die Alterscluster hinweg zeigt keine deutlichen Unterschiede im Nutzungsverhalten in Bezug auf die Anzahl der genutzten Exponate in Raum 13.

Raum 13	♀ K-J	♂ K-J	♀ E	♂ E
Mittelwert	28,40%	25,38%	21,15%	28,57%
min. Wert	7,69%	7,69%	7,69%	7,69%
max. Wert	69,23%	53,85%	53,85%	69,23%

Tabelle 50: Darstellung der von den jeweiligen Gruppen genutzten Stationen in Raum 13

Wie aus der Datentabelle 50 ersichtlich ist, erfolgte der überwiegende Teil der Auseinandersetzung mit den interaktiven Versuchsstationen durch die Gruppe der

	♀ E	♂ E	♀ K-J	♂ K-J	∅	Nutzung	♀ E	♂ E	♀ K-J	♂ K-J	∅	Dauer
Finde die Mitte	38%	53%	38%	9%	35%		71	48	46	15	45	
Sprach-Synthese	13%	40%	31%	55%	34%		127	84	7	106	81	
Vorwärts-Rückwärts Sprechen-Hören	25%	33%	54%	82%	48%		5	21	88	63	44	
Morsetisch	50%	60%	62%	73%	61%		153	55	228	45	120	
3D Spiegel	25%	27%	15%	9%	19%		15	32	22	14	21	
Wörterwand	50%	40%	23%	0%	28%		15	60	65	-	47	
Fingerlabyrinth	0%	27%	46%	55%	32%		-	32	80	109	74	
Rollenrennen	0%	20%	15%	9%	11%		-	54	41	194	96	
Magnete	38%	13%	31%	27%	27%		83	29	50	42	51	
Wassernetz	0%	20%	15%	18%	13%		-	38	24	40	34	
Drei-Zeilen-Pendel	13%	13%	8%	0%	8%		17	70	12	-	33	
Pendelkette	13%	0%	15%	9%	9%		43	-	25	135	68	
Resonanzkugeln	13%	0%	15%	0%	7%		43	-	49	-	46	
∅ Mittelwert	21%	27%	28%	27%	26%		57	48	57	76	58	

Tabelle 51: Übersicht der Besucher und deren Nutzung von interaktiven Experimentierstationen in Raum 13. Die Prozentangaben geben die Anzahl der Nutzer an dem jeweiligen Exponat wieder, die Zahlenwerte die jeweilige Interaktionsdauer. Die Farbbalken stellen hierbei jeweils den Min- als auch Max-Wert dar.

Kinder und Jugendlichen. Insbesondere die Gruppe der männlichen Kinder und Jugendlichen weist mit einem Durchschnittswert von 76 Sekunden einen deutlichen Abstand zum Mittelwert aller Untersuchungsgruppen von 58 Sekunden auf.

In der Gesamtbetrachtung steht die Attraktivität dieses Raumes mit einer Exponatsnutzungsquote von 26% deutlich hinter anderen Ausstellungsräumen in der Phänomenta.

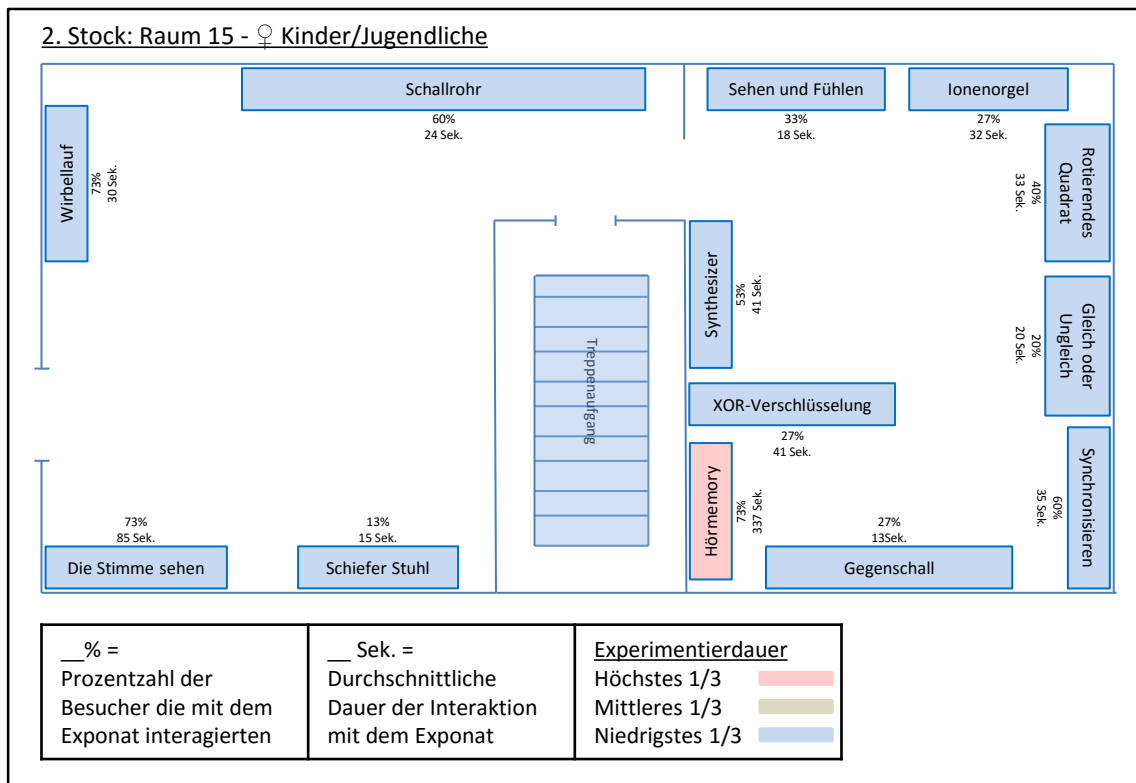


Abbildung 70: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Kinder und Jugendlichen in Raum 15

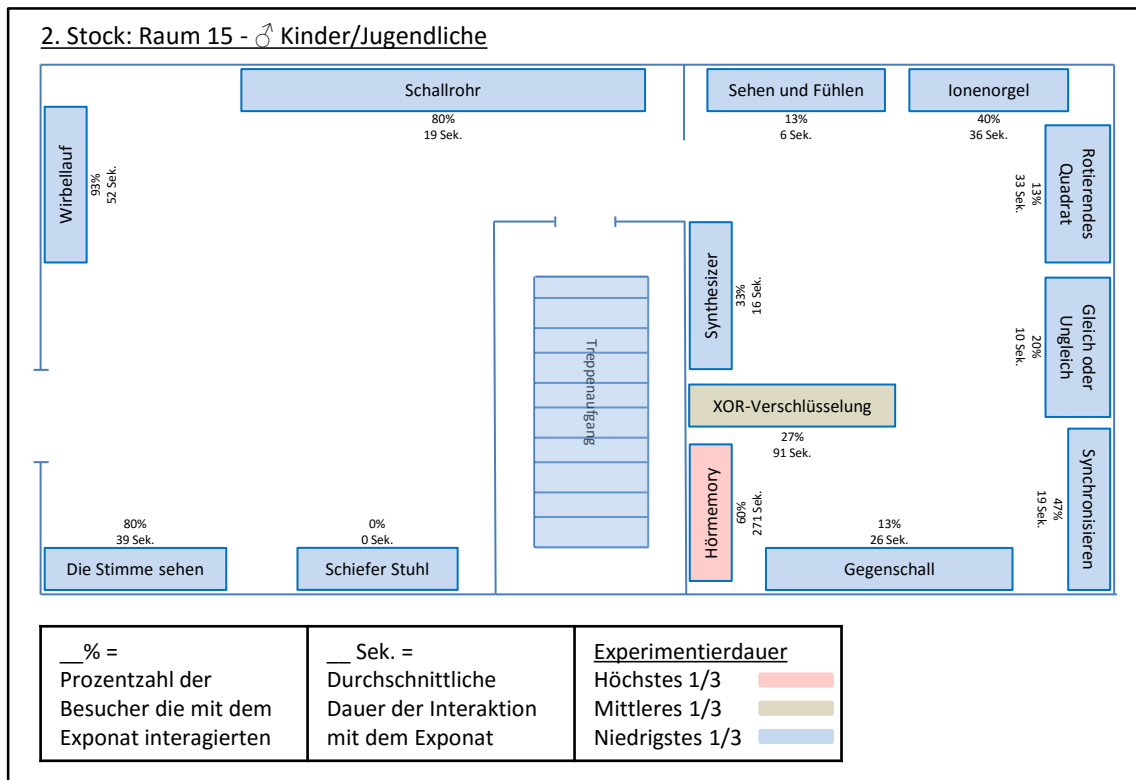


Abbildung 71: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Kinder und Jugendlichen in Raum 15

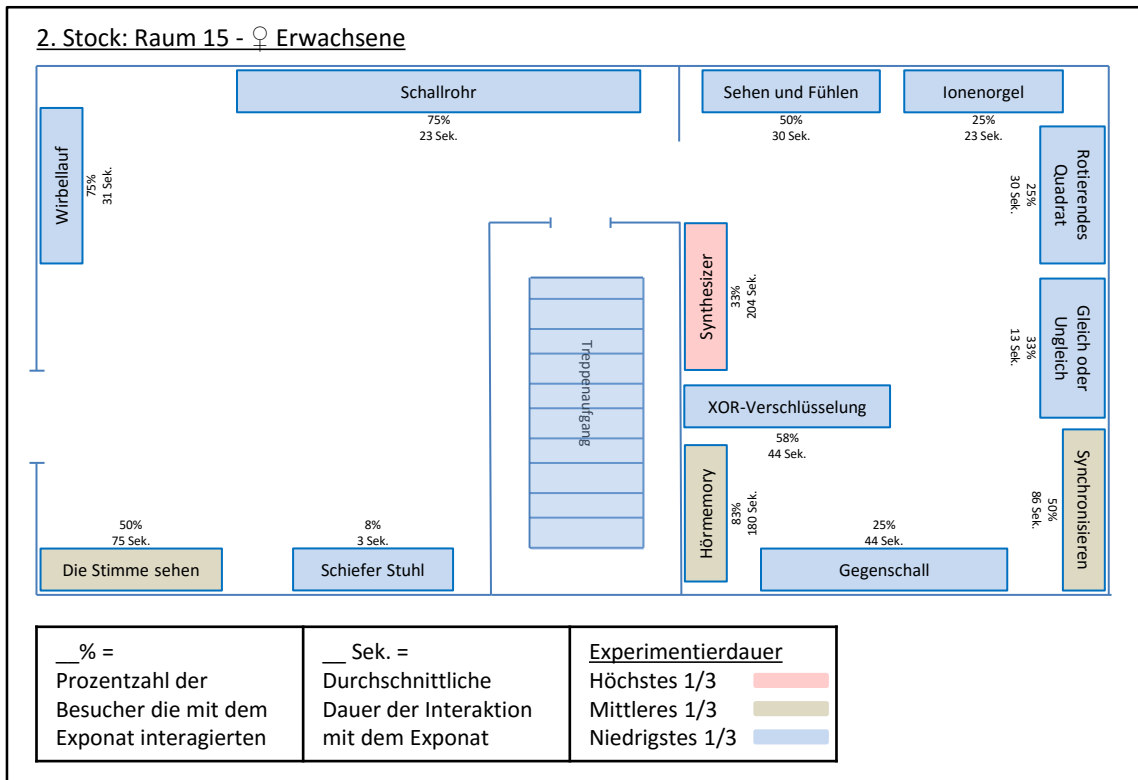


Abbildung 72: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Erwachsenen in Raum 15

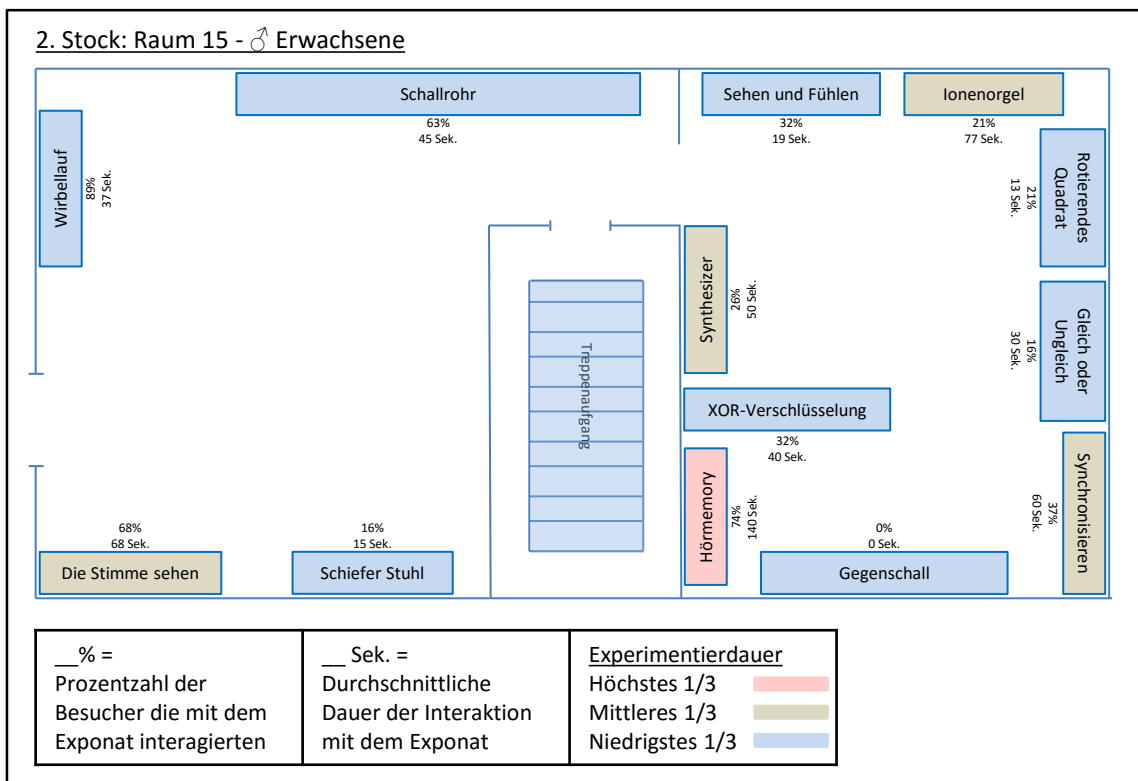


Abbildung 73: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Erwachsenen in Raum 15

Raum 15	♀ K-J	♂ K-J	♀ E	♂ E
Mittelwert	44,62%	40,00%	45,51%	38,06%
min. Wert	15,38%	23,08%	7,69%	15,38%
max. Wert	84,62%	69,23%	69,23%	69,23%

Tabelle 52: Darstellung der von den jeweiligen Gruppen genutzten Stationen in Raum 15

	♀E	♂E	♀K-J	♂K-J	∅	Nutzung	♀E	♂E	♀K-J	♂K-J	∅	Dauer
Die Stimme sehen	50%	68%	73%	80%	68%	■ ■ ■ ■ ■	75	68	85	39	67	■ ■ ■ ■ ■
Wirbellauf	75%	89%	73%	93%	83%	■ ■ ■ ■ ■	31	37	30	52	37	■ ■ ■ ■ ■
Schallrohr	75%	63%	60%	80%	70%	■ ■ ■ ■ ■	23	45	24	19	28	■ ■ ■ ■ ■
Synthesizer	33%	26%	53%	33%	37%	■ ■ ■ ■ ■	26	50	41	16	33	■ ■ ■ ■ ■
Hörmemory	83%	74%	73%	60%	73%	■ ■ ■ ■ ■	180	140	337	271	232	■ ■ ■ ■ ■
XOR-Verschlüsselung	58%	32%	27%	27%	36%	■ ■ ■ ■ ■	44	40	41	91	54	■ ■ ■ ■ ■
Gleich oder Ungleich	33%	16%	20%	20%	22%	■ ■ ■ ■ ■	13	30	20	10	18	■ ■ ■ ■ ■
Synchronisieren	50%	37%	60%	47%	48%	■ ■ ■ ■ ■	86	60	35	19	50	■ ■ ■ ■ ■
Schiefer Stuhl	8%	16%	13%	0%	9%	■ ■ ■ ■ ■	3	15	15	-	11	■ ■ ■ ■ ■
Sehen und Fühlen	50%	32%	33%	13%	32%	■ ■ ■ ■ ■	30	19	18	6	18	■ ■ ■ ■ ■
Rotierendes Quadrat	25%	21%	40%	13%	25%	■ ■ ■ ■ ■	30	13	33	33	27	■ ■ ■ ■ ■
Ionenglocke	25%	21%	27%	40%	28%	■ ■ ■ ■ ■	23	77	32	36	42	■ ■ ■ ■ ■
Gegenschall	25%	0%	27%	13%	16%	■ ■ ■ ■ ■	44	-	13	26	28	■ ■ ■ ■ ■
∅ Mittelwert	46%	38%	45%	40%	42%	■ ■ ■ ■ ■	47	49	56	51	50	■ ■ ■ ■ ■

Tabelle 53: Übersicht der Besucher und deren Nutzung von interaktiven Experimentierstationen in Raum 15. Die Prozentangaben geben die Anzahl der Nutzer an dem jeweiligen Exponat wieder, die Zahlenwerte die jeweilige Interaktionsdauer. Die Farbbalken stellen hierbei jeweils den Min- als auch Max-Wert dar.

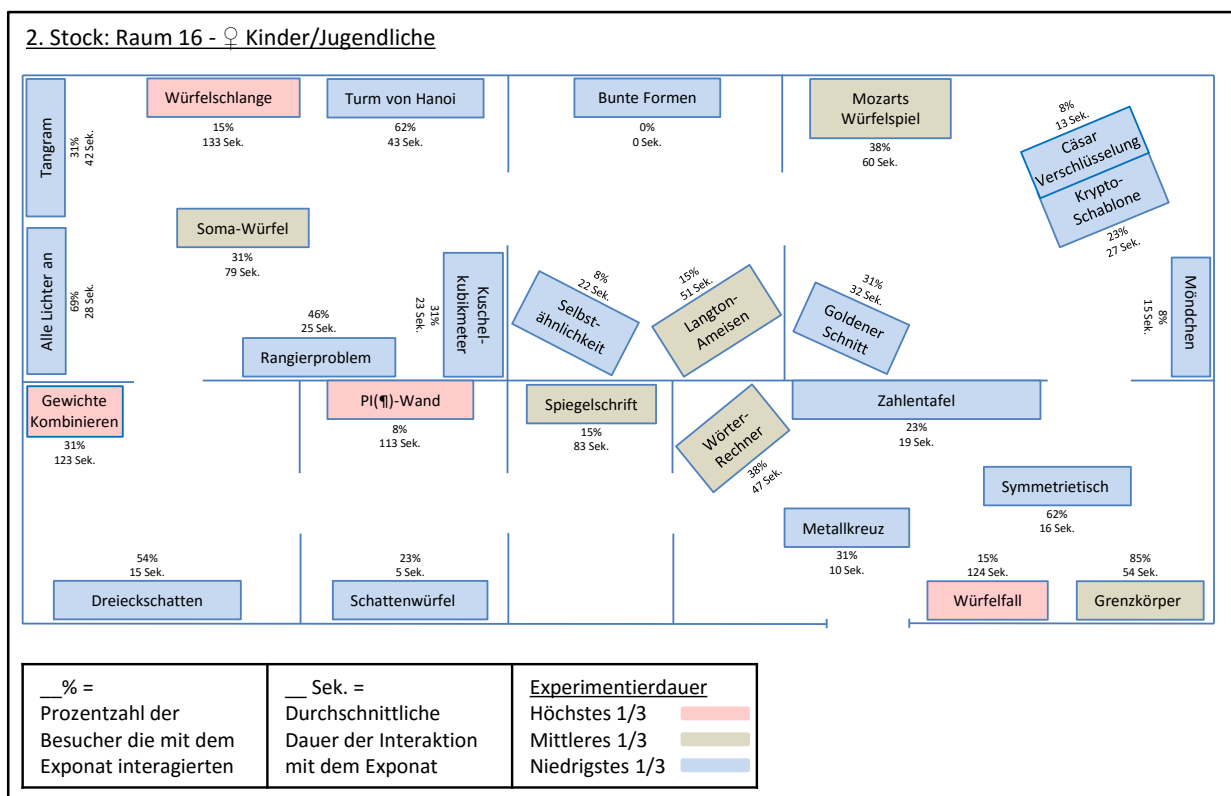


Abbildung 74: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Kinder und Jugendliche in Raum 16

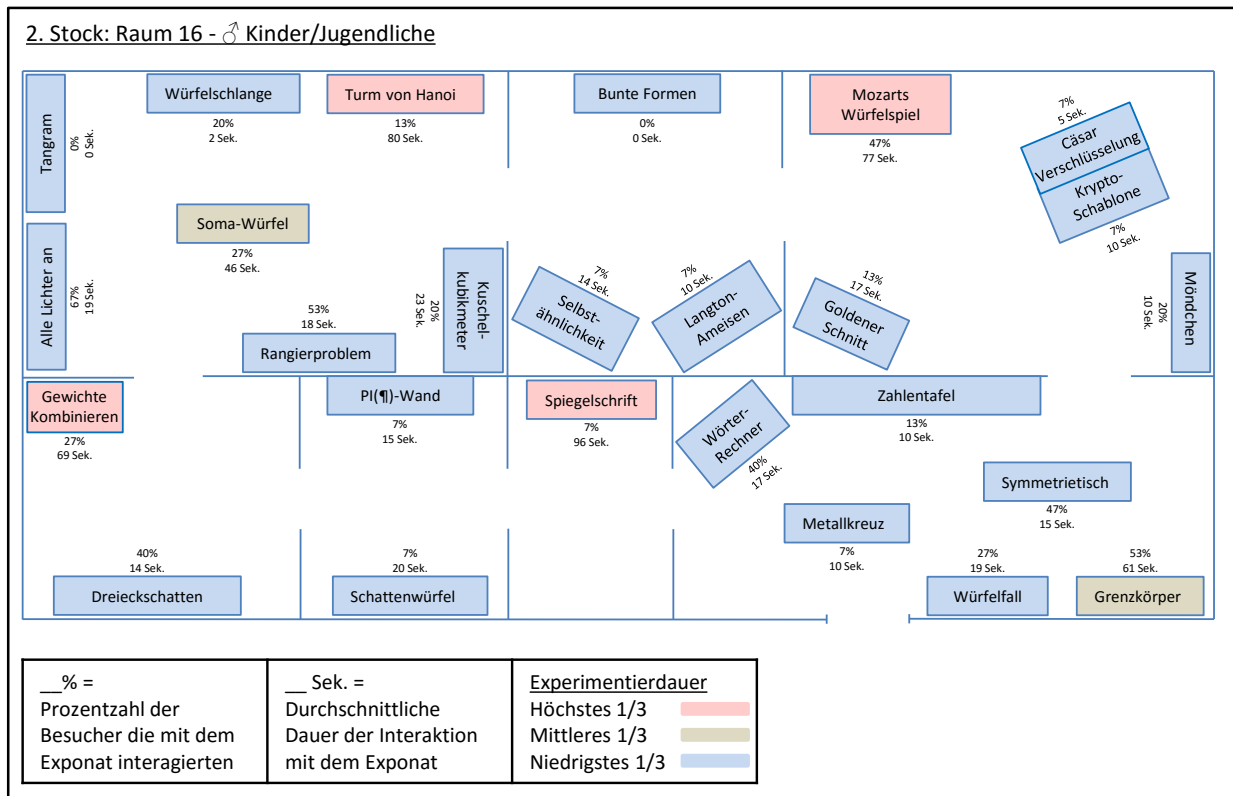


Abbildung 75: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Kinder und Jugendliche in Raum 16

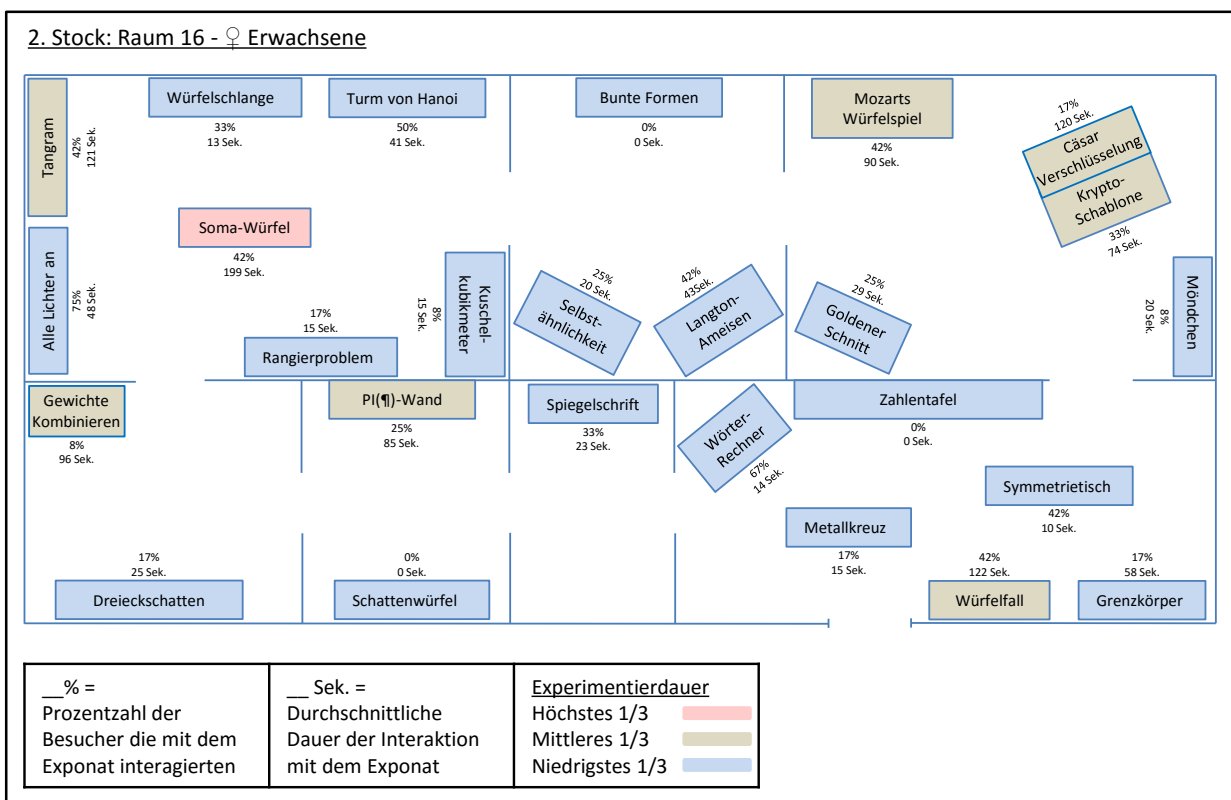


Abbildung 76: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Erwachsenen in Raum 16



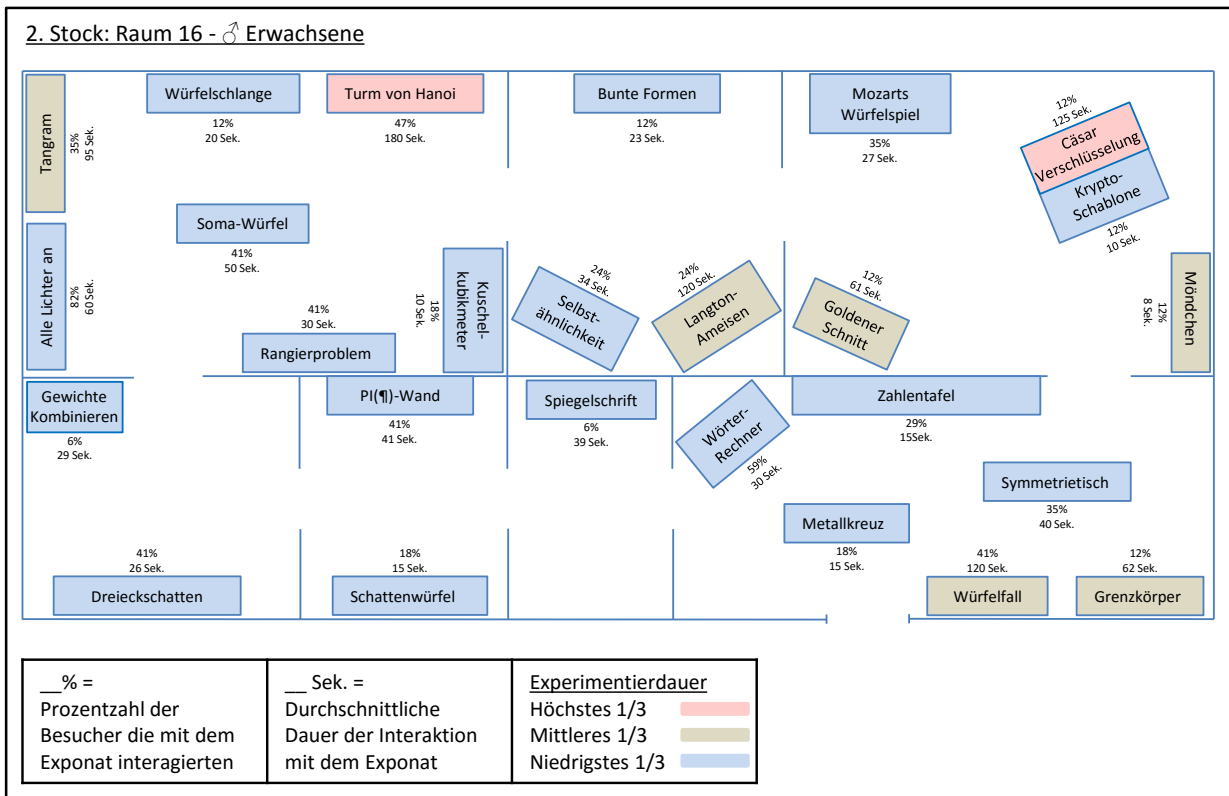


Abbildung 77: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Erwachsenen in Raum 16

Im Ausstellungsraum Nummer 16 lassen sich über alle untersuchten Clustergruppen hinweg nur leichte Differenzen in den Untersuchungsergebnissen aufzeigen. Lediglich die Besuchergruppe der männlichen Kinder und Jugendlichen weist mit einem Wert von 23,08% einen geringfügig niedrigeren Exponatnutzungsquotienten auf. Des Weiteren deutet der im Vergleich zu den anderen Untersuchungsgruppen niedrige „max. Wert“ auf eine verminderte Bereitschaft dieser Besuchergruppe hin, sich aktiv mit den in diesem Raum vornehmlich mit mathematischen Themen befassenden Interaktionsstationen auseinanderzusetzen.

Ein weiteres Merkmal von Raum Nummer 16 ist die im Vergleich zu der Mehrzahl der anderen Räume in der Phänomena Flensburg vergleichsweise geringe zeitliche Auseinandersetzung mit einer der zahlreichen interaktiven Experimentierstationen.

Raum 16	♀ K-J	♂ K-J	♀ E	♂ E
Mittelwert	31,66%	23,08%	28,21%	27,83%
min. Wert	3,85%	11,54%	3,85%	7,69%
max. Wert	53,85%	38,46%	50,00%	50,00%

Tabelle 54: Darstellung der von den jeweiligen Gruppen genutzten Stationen in Raum 16

Durch die verwendete Farbcodierung der Experimentierdauer in Drittungen vom durchschnittlichen Maximalwert erscheinen große Teile der Ausstellungsobjekte vorwiegend in einem das niedrigste Drittel bezeichnenden Blauton.

Betrachtet man jedoch die jeweilige Experimentierdauer der einzelnen Gruppen, so fällt auf, dass gerade erwachsene Besucherinnen und Besucher Gefallen an den interaktiven Experimentierstationen mit vorwiegend mathematischen Themen finden. Insbesondere Exponate, an denen Ausstellungsstücke in die eigene Hand genommen werden müssen, um das gewünschte Ziel bzw. das Ergebnis zu erreichen, werden, wie in Tabelle 55 ersichtlich, von dieser Clustergruppe genutzt.

	♀E	♂E	♀K-J	♂K-J	∅	Nutzung	♀E	♂E	♀K-J	♂K-J	∅	Dauer
Zahlentafel	0%	29%	23%	13%	16%		-	15	19	10	15	
Wörter-Rechner	67%	59%	38%	40%	51%		14	30	47	17	27	
Metallkreuz	17%	18%	31%	7%	18%		15	15	10	10	12	
Symmetrie-Tisch	42%	35%	62%	47%	46%		10	40	16	15	20	
Würfelfall	42%	41%	15%	27%	31%		122	120	124	19	96	
Grenzkörper	17%	12%	85%	53%	42%		58	62	54	61	59	
Möndchen	8%	12%	8%	20%	12%		20	8	15	10	13	
Krypto-Schablone	33%	12%	23%	7%	19%		74	10	27	10	30	
Goldener Schnitt	25%	12%	31%	13%	20%		29	61	32	17	35	
Mozarts Würfelspiel	42%	35%	38%	47%	41%		90	27	60	77	64	
Langton-Ameisen	42%	24%	15%	7%	22%		43	120	51	10	56	
Selbstähnlichkeit	25%	24%	8%	7%	16%		20	34	22	14	23	
Bunte Formen	0%	12%	0%	0%	3%		-	23	-	-	23	
Turm von Hanoi	50%	47%	62%	13%	43%		41	180	43	80	86	
Kuschelkubikmeter	8%	18%	31%	20%	19%		15	10	23	23	18	
Rangierproblem	17%	41%	46%	53%	39%		15	30	25	18	22	
Soma-Würfel	42%	41%	31%	27%	35%		199	50	79	46	93	
Würfelschlange	33%	12%	15%	20%	20%		13	20	133	2	42	
Tangram	42%	35%	31%	0%	27%		121	95	42	-	86	
Alle Lichter an	75%	82%	69%	67%	73%		48	60	28	19	39	
Gewichte kombinieren	8%	6%	31%	27%	18%		96	29	123	69	79	
Dreieckschatten	17%	41%	54%	40%	38%		25	26	15	14	20	
Schattenwürfel	0%	18%	23%	7%	12%		-	15	5	20	13	
Spiegelschrift	33%	6%	15%	7%	15%		23	39	83	96	60	
Pi(π)-Wand	25%	41%	8%	7%	20%		85	41	113	15	64	
Cäsar Verschlüsselung	17%	12%	8%	7%	11%		120	125	13	5	66	
∅ Mittelwert	28%	28%	31%	22%	27%		56	49	48	28	45	

**Tabelle 55:** Übersicht der Besucher und deren Nutzung von interaktiven Experimentierstationen in Raum 16. Die Prozentangaben geben die Anzahl der Nutzer an dem jeweiligen Exponat wieder, die Zahlenwerte die jeweilige Interaktionsdauer. Die Farbbalken stellen hierbei jeweils den Min- als auch Max-Wert dar.

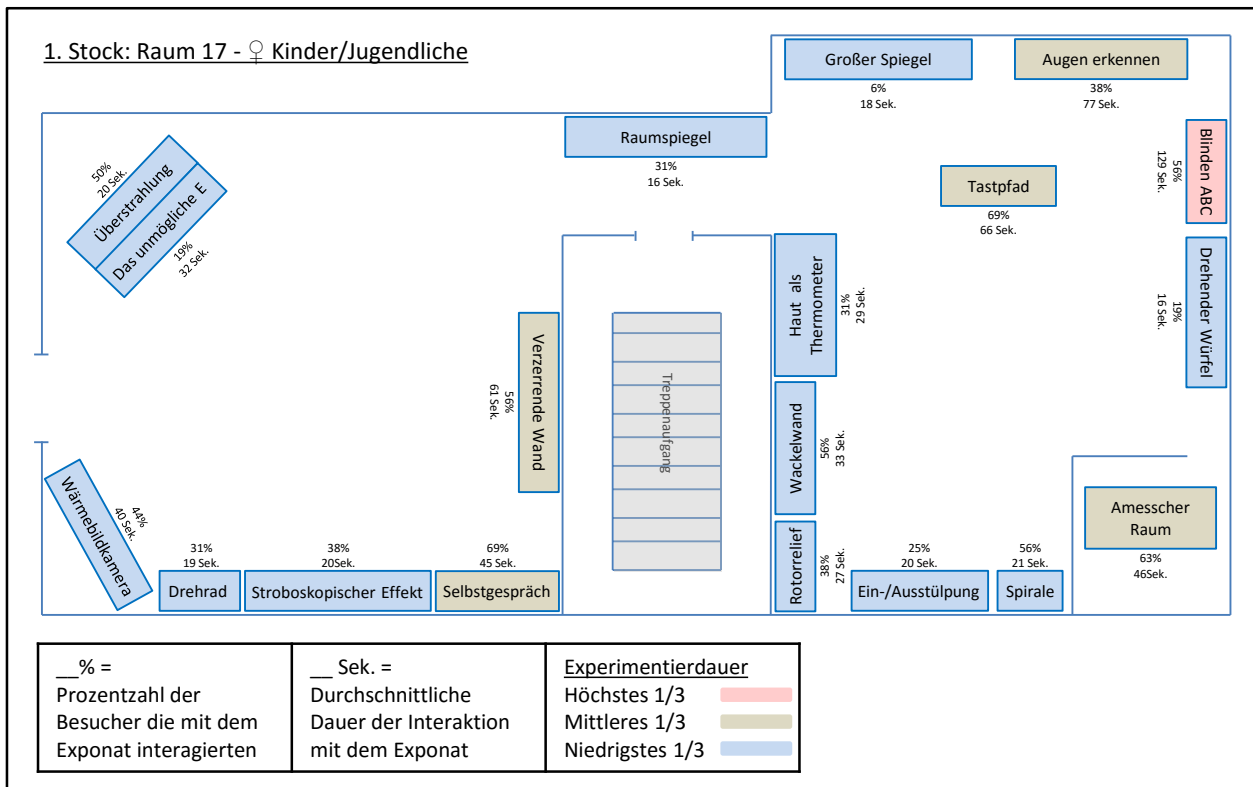


Abbildung 78: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Kinder und Jugendlichen in Raum 17

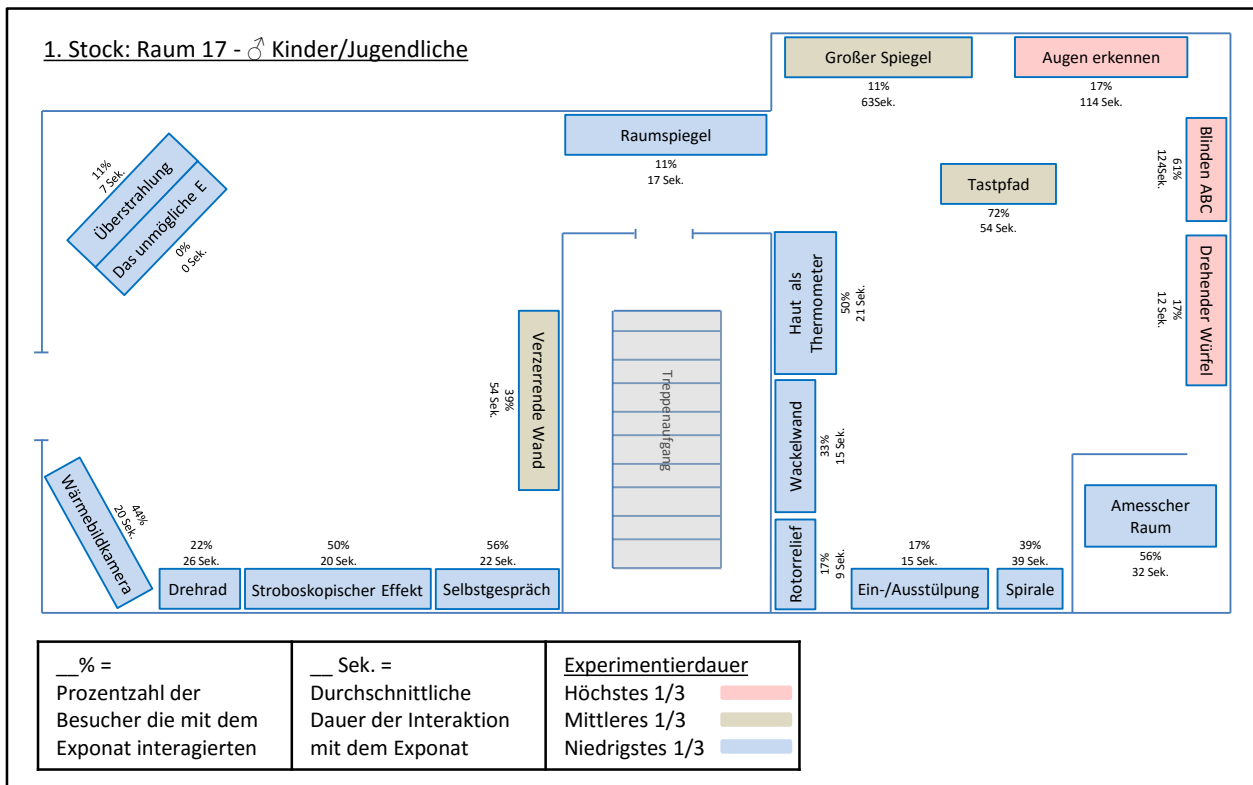


Abbildung 79: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Kinder und Jugendlichen in Raum 17

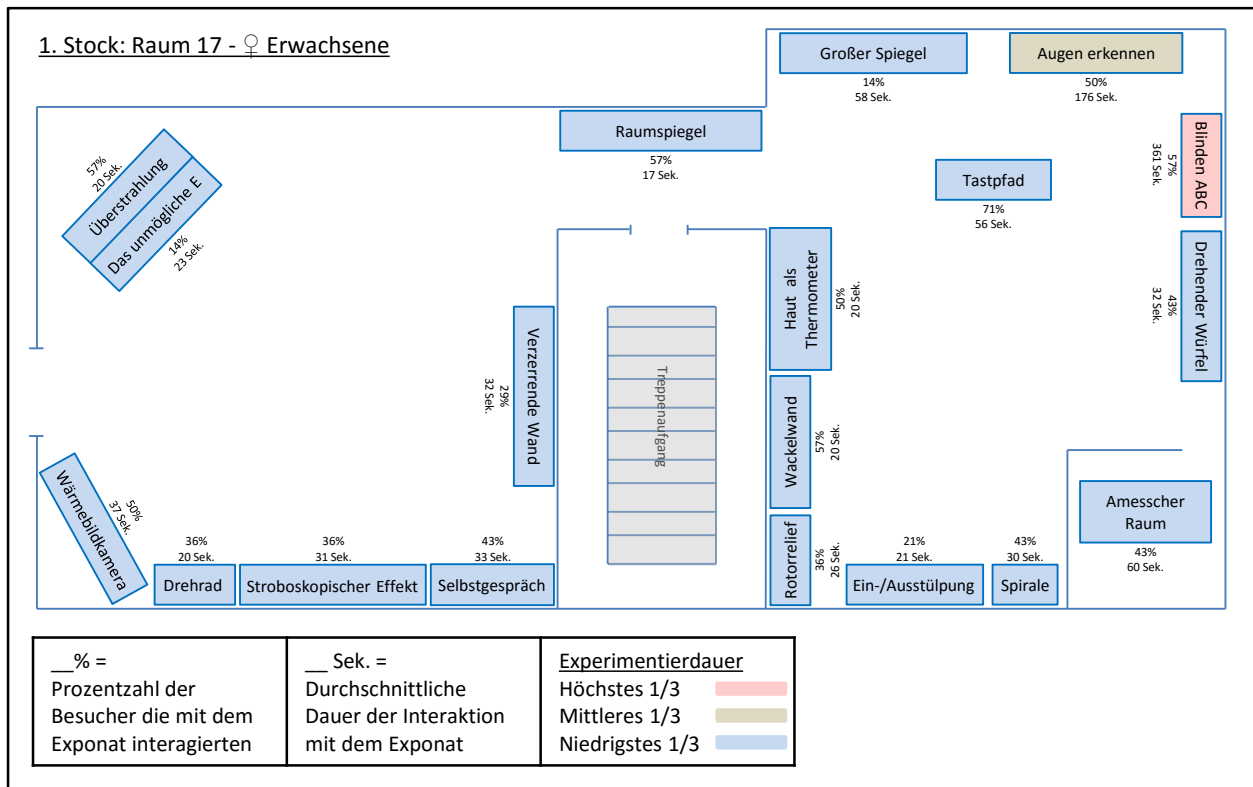


Abbildung 80: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Erwachsenen in Raum 17

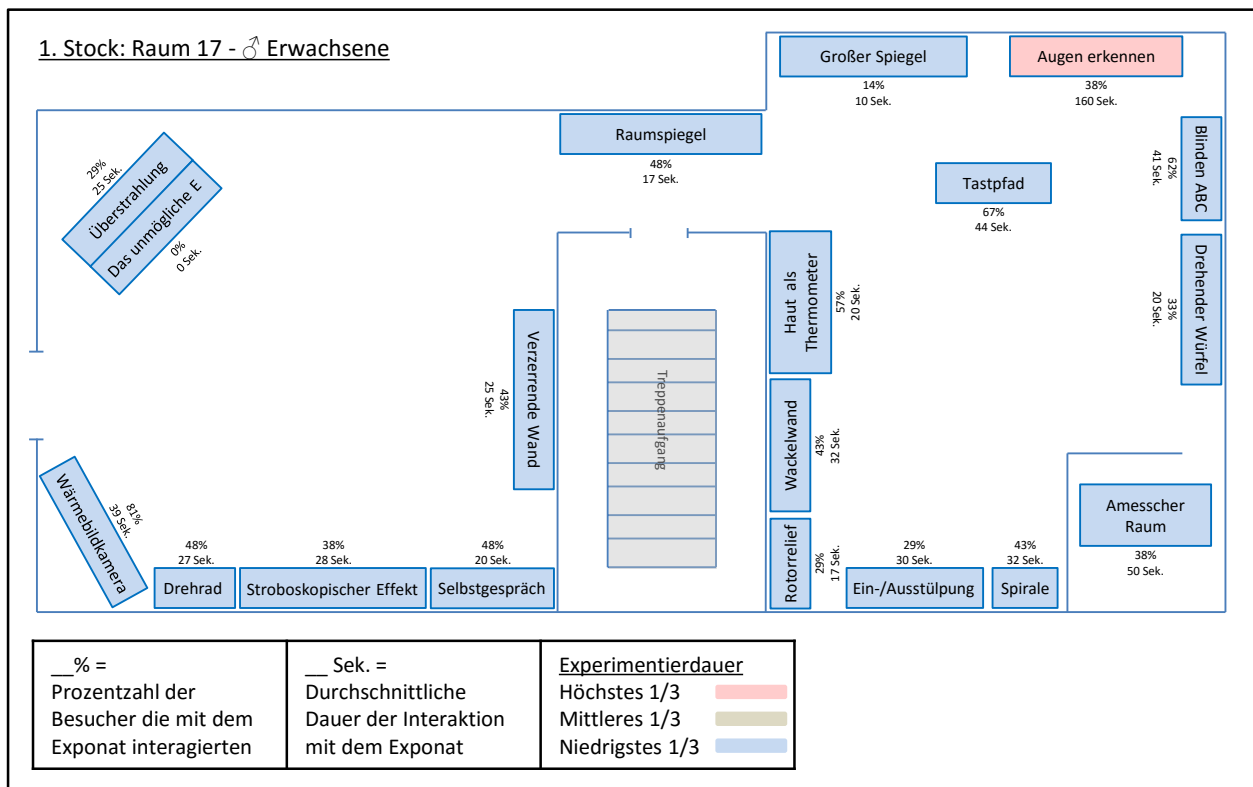


Abbildung 81: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Erwachsenen in Raum 17

Mit einem Prozentwert von 32,75% liegt die untersuchte Besuchergruppe der männlichen Kinder und Jugendlichen etwa 10% unterhalb der anderen untersuchten Clustergruppen. Auffällig ist die bezogen auf die einzelnen Exponate geringe Interaktionsdauer – zu erkennen an der blauen Farbcodierung. Interessanter Weise

Raum 17	♀ K-J	♂ K-J	♀ E	♂ E
Mittelwert	41,78%	32,75%	42,48%	41,35%
min. Wert	10,53%	10,53%	10,53%	10,53%
max. Wert	73,68%	68,42%	73,68%	63,16%

Tabelle 56: Darstellung der von den jeweiligen Gruppen genutzten Stationen in Raum 17

findet sich mit dem Exponat „Blinden ABC“ (Exponat 1710) <sup>22</sup> eine Experimentierstation, die über alle Geschlechts- und Alterscluster hinweg ein großes Interesse bei den Besuchern hervorruft und jeweils im höchsten Drittel der Experimentierdauer zu finden ist.

	♀E	♂E	♀K-J	♂K-J	∅	Nutzung	♀E	♂E	♀K-J	♂K-J	∅	Dauer
Wärmebildkamera	50%	81%	44%	44%	55%		37	39	40	20	34	
Überstrahlung	57%	29%	50%	11%	37%		20	25	20	7	18	
Drehrad	36%	48%	31%	22%	34%		20	27	19	26	23	
Selbstgespräch	43%	48%	69%	56%	54%		33	20	45	22	30	
Stroboskopischer Effekt	36%	38%	38%	50%	40%		31	28	20	20	25	
Verzerrende Wand	29%	43%	56%	39%	42%		32	25	61	54	43	
Raumspiegel	57%	48%	31%	11%	37%		17	17	16	17	17	
Großer Spiegel	14%	14%	6%	11%	11%		58	10	18	63	37	
Augen erkennen	50%	38%	38%	17%	36%		176	160	77	114	132	
Blinden ABC	57%	62%	56%	61%	59%		361	41	129	124	164	
Haut als Thermometer	50%	57%	31%	50%	47%		20	20	29	21	22	
Drehender Würfel	43%	33%	19%	17%	28%		32	20	16	12	20	
Wackelwand	57%	43%	56%	33%	47%		20	32	33	15	25	
Tastpfad	71%	67%	69%	72%	70%		56	44	66	54	55	
Rotorrelief	36%	29%	38%	17%	30%		26	17	27	9	20	
Spirale	43%	43%	56%	39%	45%		30	32	21	39	31	
Ein- / Ausstülpung	21%	29%	25%	17%	23%		21	30	20	15	21	
Das unmögliche E	14%	0%	19%	0%	8%		23	-	32	-	28	
Amescher Raum	43%	38%	63%	56%	50%		60	50	46	32	47	
∅ Mittelwert	42%	41%	42%	33%	40%		56	35	38	37	42	

Tabelle 57: Übersicht der Besucher und deren Nutzung von interaktiven Experimentierstationen in Raum 17. Die Prozentangaben geben die Anzahl der Nutzer an dem jeweiligen Exponat wieder, die Zahlenwerte die jeweilige Interaktionsdauer. Die Farbbalken stellen hierbei jeweils den Min- als auch Max-Wert dar.

<sup>22</sup> Steckbriefe zu den Experimentierstationen der Phänomenta Flensburg (Steuer und Wulf 2010, unveröffentlicht)

### 4.2.3 Selektive Wahl von Exponaten / Klebeeffekte

Im Rahmen der Untersuchungen wurden die Bewegungsachsen aller Besucher innerhalb der Einzelräume erfasst und ausgewertet. Exemplarisch sind in Abbildung 82 für den Ausstellungsraum Nummer 11 in der Clustergruppe der weiblichen Kinder und Jugendlichen die Besucherbewegungen dargestellt.

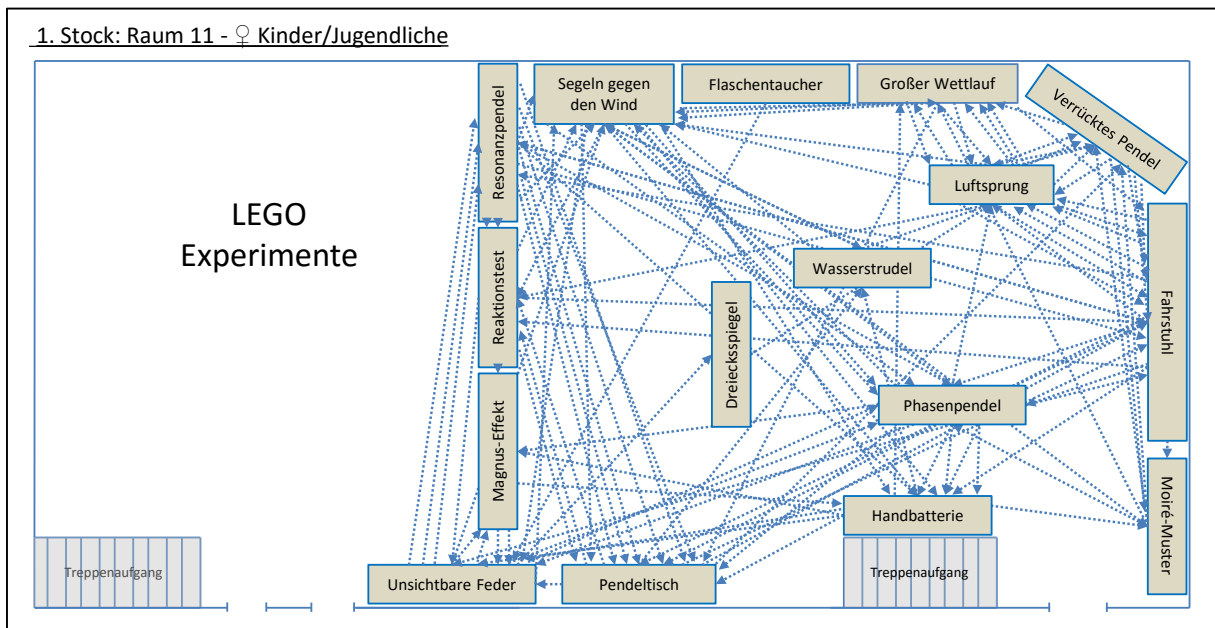


Abbildung 82: Darstellung der Bewegungsmuster innerhalb vom Ausstellungsraum 11

Des Weiteren zeigen die Abbildungen 83 bis 86 exemplarische grafische Auswertungen. Es lassen sich über alle untersuchten Räume hinweg vergleichbare Ergebnisse hinsichtlich der Bewegungsachsen der Besucher in der Ausstellung festhalten. Demnach werden in der Regel eher weiter entfernt stehende Ausstellungsstationen angesteuert, anstatt sich mit dem direkt folgenden Exponat auseinanderzusetzen. Insbesondere die Gruppen der Erwachsenen zeigen geschlechterübergreifend die Tendenz, sehr selektiv die ausgestellten Experimentierstationen aufzusuchen und mit ihnen zu interagieren. Tendenziell kann somit von einer deutlich selektiven Herangehensweise an die Exponate gesprochen werden.

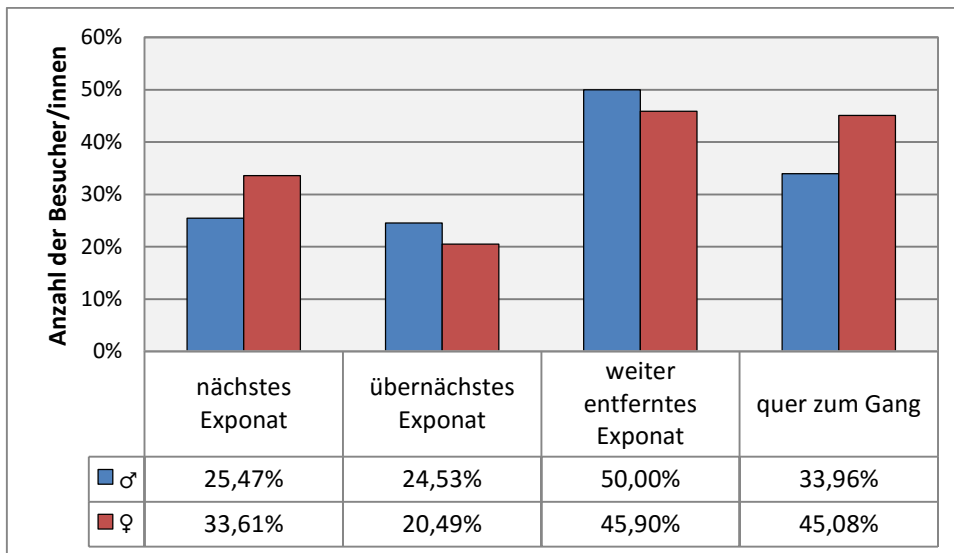


Abbildung 83: Darstellung von „Klebeeffekten“ in Raum 11 bei Kindern und Jugendlichen

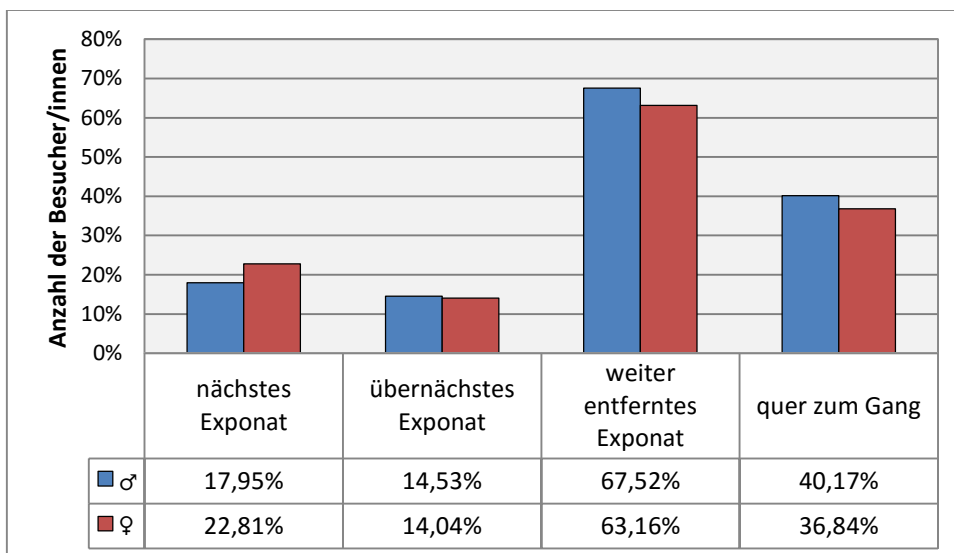


Abbildung 84: Darstellung von „Klebeeffekten“ in Raum 11 bei Erwachsenen

Einzig Raum Nummer 13 zeigte in der Gruppe der Kinder und Jugendlichen ein stark abweichendes Bild (Abbildung 85). Möglicherweise scheint die Durchmischung verschiedenster Thematiken in einem baulich stark begrenzten Raum, verbunden mit der Beobachtungsmöglichkeit (gläserne Redaktion), einen Einfluss auf das Attraktivitätsempfinden der Besucher zu haben. Somit lässt sich in Raum 13 festhalten: Im Gegensatz zu den erwachsenen Besuchern der Phänomenta Flensburg suchen die Kinder und Jugendlichen mit Werten von 56,41% (♀) bzw. 48,15% (♂) das nächstfolgende Ausstellungsobjekt auf. Allerdings lassen sich auch hier geringfügige

Tendenzen der männlichen Besucher zu einer mehr selektiven Wahl einer interaktiven Experimentierstation aufzeigen.

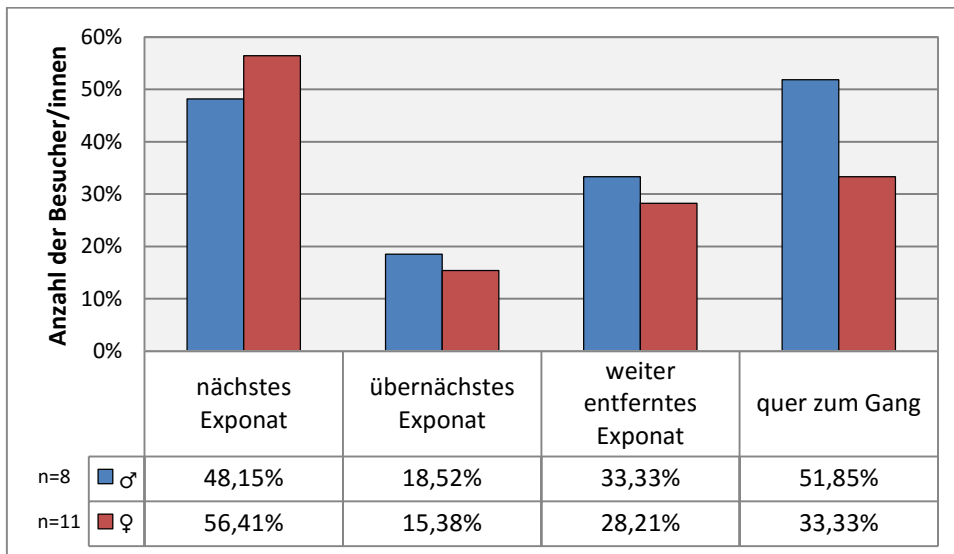


Abbildung 85: Darstellung von „Klebeeffekten“ in Raum 13 bei Kindern und Jugendlichen

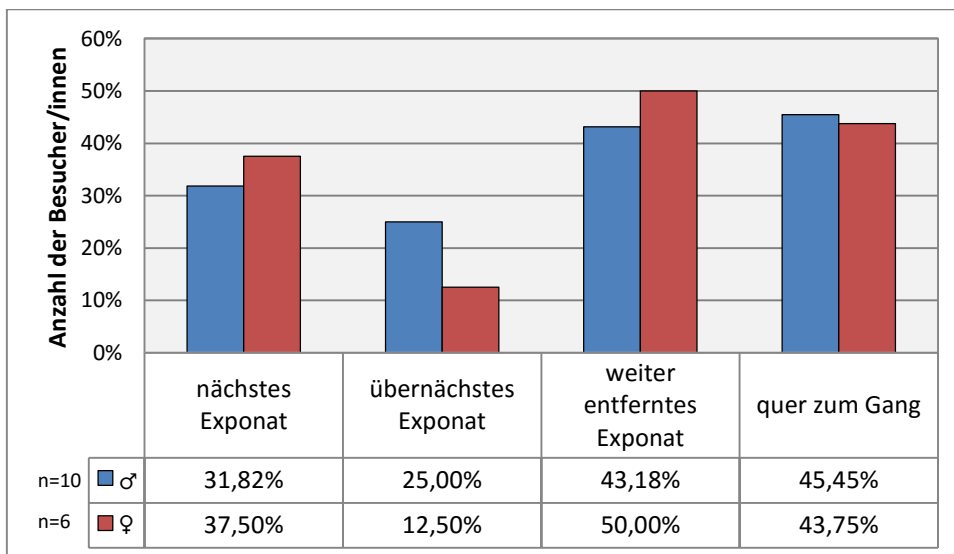


Abbildung 86: Darstellung von „Klebeeffekten“ in Raum 13 bei Erwachsenen

Aufgrund der geringen Stichprobengröße sind diese Ergebnisse jedoch nur als Tendenz zu verstehen und sollten im Rahmen weiterer Untersuchungen auf ihre Allgemeingültigkeit hin überprüft werden.



#### 4.2.4 Hots and Colds der Phänomenta Flensburg

Auswertungen der Protokolle zur Erfassung des Nutzungsverhaltens der Phänomentabesucher an den Experimentierstationen zeigen, dass insbesondere Stationen genutzt werden, die entweder ein gewisses Maß an körperlicher Aktivität durch den Experimentierenden verlangen oder dem Besucher eigene Sinneserfahrungen und nachhaltige Eindrücke vermitteln (siehe u. a. Tabelle 55). Über die Vielzahl der Räume hinweg lassen sich unabhängig von den jeweiligen Raumbedingungen diese Präferenzstrukturen aufzeigen.

In der zahlenmäßigen Betrachtung fällt auf, dass von den 114 untersuchten Exponaten der Phänomenta Flensburg 16 Exponate eine Attraction Rate von über 50% in der durch Serrel & Associates (2009) beschriebenen Kategorie „high Attraction“ aufwiesen. Lediglich 17 Ausstellungsexponate der Phänomenta Flensburg lassen sich in die Kategorie „low Attraction“ einordnen. Ihre Attraction Rates lagen demnach bei unter 10%. In Bezug auf die Gesamtzahl der Experimentierstationen lässt sich daher schlussfolgern, dass nahezu 85% der ausgestellten Stationen von den Besuchern als interessant und attraktiv empfunden werden.

##### **Top 20 (Hots) der Phänomenta Flensburg**

<b>Rang</b>	<b>Attraction Rate</b>	<b>ID</b>	<b>Name</b>
1	68%	1502	Wirbellauf (Kerze aus)
2	65%	1116	Fahrstuhl
3	65%	812	Rolle bergauf
4	62%	1115	Resonanzpendel
5	61%	1105	Segeln gegen den Wind
6	61%	1714	Tastpfad
7	58%	1505	Hörmemory
8	58%	1001	Riechschrank
9	57%	602	Kopf-Tausch-Fenster
10	56%	807	Chladnitisch
11	56%	303	Gleiche-Zeiten-Bahn
12	56%	1503	Schallrohr
13	54%	1501	Die Stimme sehen
14	54%	1622	Alle Lichter an
15	54%	1103	Luftsprung
16	52%	610	Tornado
17	48%	601	Telefonieren mit Licht
18	47%	607	Seifenblasen / Seifenhautvorhang
19	46%	817	Begehbarer Bogen
20	46%	814	Spiegelsäule

Tabelle 58: Auflistung der 20 attraktivsten Stationen in der Phänomenta Flensburg

Die Station „Wirbellauf (Kerze aus)“ ist mit 68,35% (54 von 79 Besuchern) das Exponat mit dem höchsten Attraktionswert in der Flensburger Phänomenta. Bei dieser



Abbildung 87: Station 1502 - Wirbellauf (Kerze aus)

interaktiven Versuchsstation handelt es sich um einen auffälligen, aber sehr einfach zu verstehenden Versuchsaufbau. Eine brennende Kerze wird hierbei mithilfe von durch den Besucher verursachten Schallwellen wieder gelöscht. Der experimentierende Besucher schlägt hierzu mit den

eigenen Händen auf die Rückseite des auf den in Richtung der brennenden Kerze weisenden Klangkörpers. Bei einem ausreichend starken Schlag auf den Klangkörper entsteht ein Ton, dessen Schallwellen die Kerze zum Erlöschen bringt. Der Besucher erfährt auf diese Weise ein direktes Feedback auf sein experimentelles Wirken und kann durch unterschiedlich laute Töne in der Versuchsdurchführung variieren.

Exponate mit den niedrigsten Attraktionswerten weisen in der Regel nur geringe Variationsmöglichkeiten auf bzw. der Besucher hat nur wenig Möglichkeiten haptisch mit dem Exponat zu interagieren. Vielfach beschränkt sich die Auseinandersetzung auf die Betrachtung eines dargestellten Phänomens.

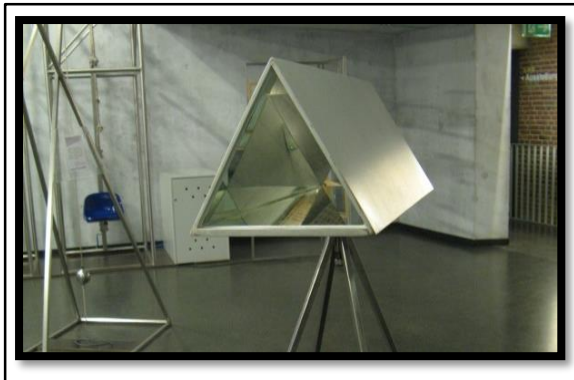
#### Flop 20 (Colds) der Phänomenta Flensburg

Rang	Attraction Rate	ID	Name
1	1%	1123	Dreieckspiegel
2	1%	402	Fotostation
3	1%	205	Kinetisch Holstein
4	3%	1615	Bunte Formen
5	4%	203	Runde Spiegel
6	5%	901	Spiegeldreieck
7	5%	613	Neonfarben
8	5%	1313	Pendelkette
9	5%	1314	Resonanzkugeln
10	5%	806	Licht und Schatten
11	6%	1312	Drei-Zeilen-Pendel
12	6%	201	Sandpendel
13	6%	1718	Das unmögliche E
14	8%	1509	Schiefer Stuhl
15	9%	1609	Möndchen

16	9%	1311	Wassernetz
17	9%	204	Blasensäule
18	10%	108	Große Stühle
19	10%	612	Farbwand
20	10%	1309	Rollen-Rennen

**Tabelle 59: Auflistung der 20 unattraktivsten Stationen in der Phänomenta Flensburg**

Bei dem Ausstellungsobjekt „Dreieckspiegel“ kann der Besucher das Phänomen der



**Abbildung 88: Station 1123 - Dreieckspiegel**

Mehrfachspiegelungen von im spitzen Winkel zueinander montierten Spiegelflächen betrachten und die durch Veränderung der eigenen Position entstehenden Spiegelbilder ansehen. Etwaige Variationsmöglichkeiten durch den Besucher in Bezug auf die Spiegelflächen bzw. die Änderung von

Winkeln sind nicht vorhanden. Lediglich die Gewinnung eines optischen Eindrucks steht hier im Vordergrund. Mit einem Attraktionswert von 1,27% (1 von 79 Besuchern) bildet dieses Exponat in Hinblick auf die Besucherattraktivität das Schlusslicht der Ausstellung.

#### 4.2.5 Analyse der Besucherinteraktion an den Exponaten

Die Auswertung der einzelnen Besucherprotokolle mit Blick auf die Verweildauer an den jeweiligen Experimentierstationen und der zahlenmäßigen Erfassung der getätigten Interaktionen an den Exponaten zeigt ein heterogenes Bild eines Besuchers der Phänomenta Flensburg. Abbildung 89 stellt eine deutliche Schwankungsbreite des individuellen Besucherverhaltens dar. Es lässt sich zwar eine Zentrierung eines Großteils der Besucher im Nahbereich der Mittelwerte von 52 (52,33) Interaktionen an den Exponaten und einer Verweildauer von 52 (52,39) Minuten feststellen, jedoch sind gleichsam zahlreiche „Ausrutscher“ in allen Quadranten auszumachen. Eine Aussage hinsichtlich der Lerntiefe kann hieraus jedoch noch nicht abgeleitet werden. Sehr wohl lässt sich ein kausaler Zusammenhang zwischen der Verweildauer und der Anzahl von Interaktionen an den Versuchstationen ableiten.

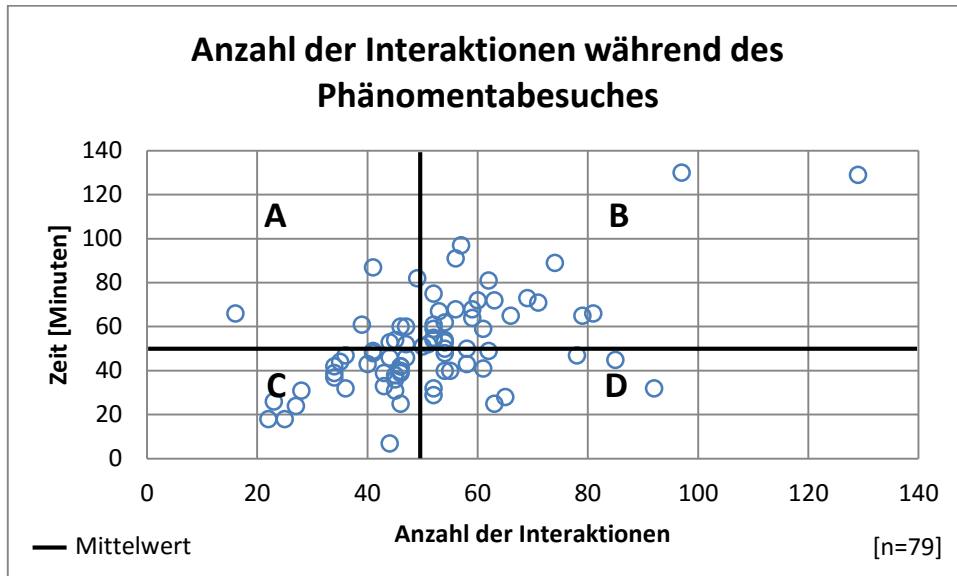


Abbildung 89: Darstellung der Anzahl von Interaktionen in Bezug auf die Gesamtexperimentierzeit

Quadrant A beinhaltet diejenigen Besucher, die zahlenmäßig an weniger Versuchsstationen experimentieren, hierbei allerdings mehr Zeit verbringen.

Quadrant B zeigt eine besonders hohe Zahl an durchgeführten Versuchen in Verbindung mit einer langen Verweildauer an den jeweiligen Exponaten. Die Besucher lassen sich daher auf überdurchschnittlich viele Experimentierstationen ein und verbringen dabei mehr Zeit bei ihren Experimenten.

In Quadrant C lassen sich diejenigen Besucher zusammenfassen, die eine geringere Anzahl an Stationen nutzten und dadurch weniger Zeit benötigten.

Quadrant D bildet diejenigen Phänomentabesucher ab, die zahlenmäßig viel an den Stationen experimentiert haben, sich hierfür jedoch unterdurchschnittlich wenig Zeit nahmen.

Betrachtet man die Zahlen jedoch nicht in ihrer Gesamtheit, sondern bezogen auf die jeweilige Clustergruppe in Bezug auf das Alter und ihr Geschlecht, so ergibt sich innerhalb der Gruppen eine ungleichmäßige Verteilung (Abbildung 90 und 91).

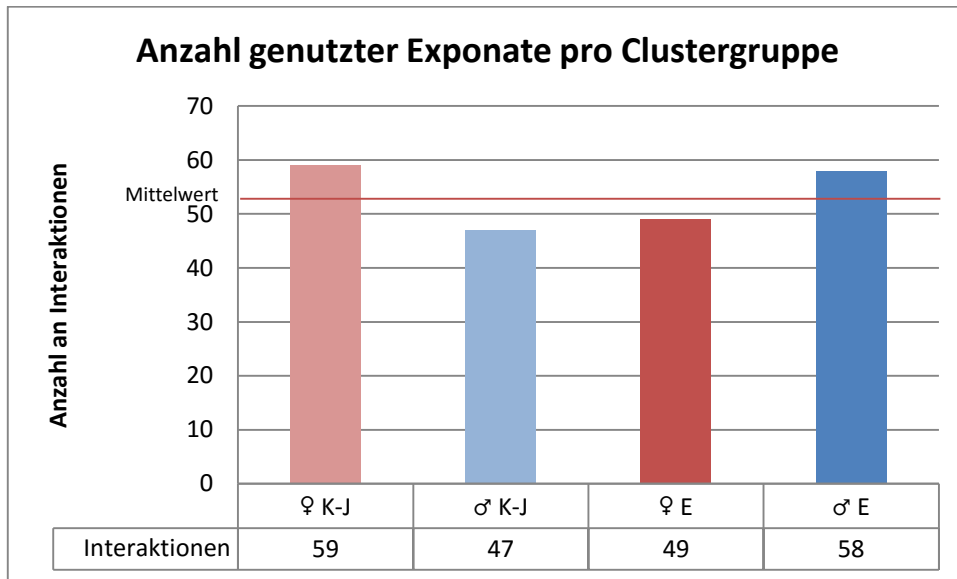


Abbildung 90: Darstellung der Anzahl an Interaktionen pro Clustergruppe

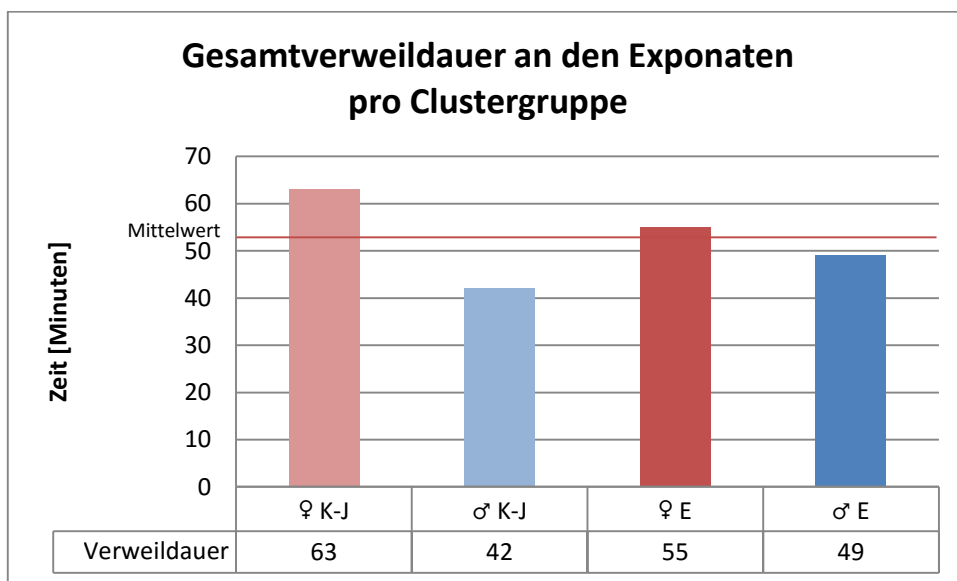


Abbildung 91: Darstellung der Verweildauer an den Exponaten der Phänomenta Flensburg

Die Gruppe der weiblichen Kinder und Jugendlichen erreicht im Gegensatz zu ihrem männlichen Pendant mit durchschnittlich 59 Interaktionen während eines Phänomentaaufenthaltes den Höchstwert aller untersuchten Gruppen. Mit einem Wert von durchschnittlich 47 Interaktionen bildet die Gruppe der männlichen Kinder und Jugendlichen das Schlusslicht. Auf ein ähnlich hohes Niveau wie die Gruppe der weiblichen Kinder und Jugendlichen kommt die Clustergruppe der männlichen Erwachsenen. Sie erreichen einen Wert von durchschnittlich 58 Interaktionen bei einem Besuch der Phänomenta Flensburg. Die Darstellung der summierten

Verweildauern zu einer Gesamtverweildauer pro untersuchter Clustergruppe offenbart deutliche Unterschiede. So verweilt mit einem Wert von 63 Minuten wiederum die Gruppe der weiblichen Kinder und Jugendlichen deutlich länger zum aktiven Interagieren an den besuchten Stationen als die Vergleichsgruppen. Die Gruppe der männlichen Kinder und Jugendlichen bildet erneut das Schlusslicht innerhalb der untersuchten Gruppen. Sie erreicht eine durchschnittliche Verweildauer von 42 Minuten pro Phänomentabesuch. Insgesamt gesehen verweilen weibliche Besucher mit den Werten von 63 bzw. 55 Minuten überdurchschnittlich lang an den interaktiven Experimentierstationen. Die männlichen Gruppen hingegen erreichen Werte von 42 bzw. 49 Minuten.

Werden jedoch die ermittelten Zeiten auf die Anzahl der genutzten Exponate bezogen (Zeit der Verweildauer dividiert durch die Anzahl der Interaktionen), so zeigt sich ein über alle Clustergruppen hinweg ein annähernd gleich hohes Niveau hinsichtlich der Verweildauer pro besuchter interaktiver Versuchsstation in der Flensburger Phänomenta (Tabelle 60).

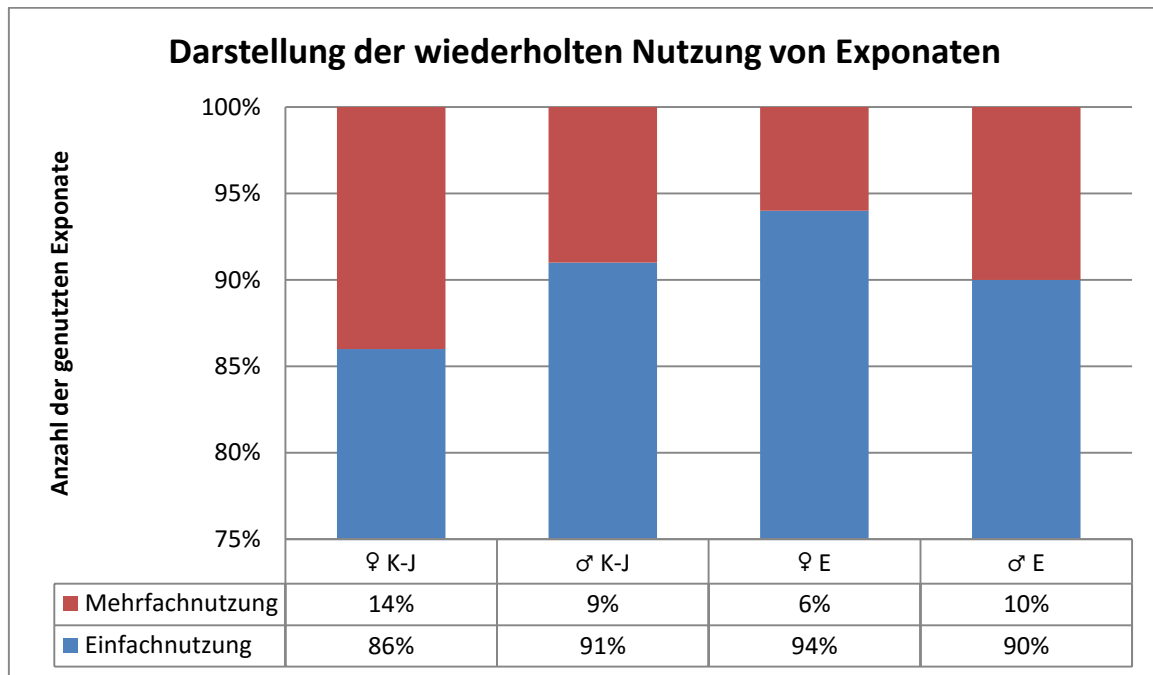
[n=56]	♀ K-J	♂ K-J	♀ E	♂ E
<b>Interaktionen</b>	59	47	49	58
<b>Verweildauer</b>	63	42	55	49
<b>Zeit/Station [Minuten]</b>	1,07	0,89	1,12	0,85

**Tabelle 60:** Ermittlung der Experimentierdauer pro besuchtem interaktiven Exponat.

Trotz eines vergleichbaren Niveaus über alle Untersuchungsgruppen hinweg lassen sich geschlechtsspezifische Gemeinsamkeiten erkennen. So zeigen die Gruppen der weiblichen Kinder und Jugendlichen sowie der weiblichen Erwachsenen mit Werten von 1,07 und 1,12 Minuten pro besuchter Station mit einer Differenz von 0,05 Minuten nahezu identische Werte. Ähnlich verhält es sich mit den beiden männlichen Versuchsgruppen. Sie weisen mit Werten von 0,89 und 0,85 Minuten ebenfalls nur eine marginale Differenz von 0,04 Minuten auf. Somit lässt sich festhalten, dass die Besucher in den männlichen Untersuchungsgruppen eine niedrigere Verweildauer an den Exponaten aufzeigen als die Vergleichsgruppe der weiblichen Besucher.

Eine Untersuchung, inwieweit Ausstellungsobjekte von den Besuchern mehrfach zum Experimentieren aufgesucht werden, zeigte, dass es in der Gruppe der weiblichen Kinder und Jugendlichen mit 14% im Vergleich zu den Vergleichsgruppen am

häufigsten zu Wiederholungsbesuchen kam. Am niedrigsten war hingegen die



**Abbildung 92:** Darstellung der Quote von sich wiederholenden Nutzungen einzelner Exponate

Wiederholungsquote bei den erwachsenen Frauen. Sie wiederholten durchschnittlich 6% der vorher bereits schon einmal besuchten Exponate. Die Gruppen der männlichen Erwachsenen sowie der Kinder und Jugendlichen liegen mit 10% bzw. 9% auf einem vergleichbaren Niveau.

Im Rahmen der Untersuchungen in Hinblick auf das in Kapitel 3 „Methoden“ beschriebene Ziel der Erfassung des Interaktionsniveaus mit den vorgestellten Kategoriensystemen wurde in einem vorgeschalteten Schritt die Gesamtzahl der besuchten Stationen jeder einzelnen Versuchsperson in drei gleichgroße Sequenzen unterteilt und innerhalb der entsprechenden Versuchsgruppencluster analysiert. So stellte sich heraus, dass es zwischen den untersuchten Gruppen mit ihren geschlechtlichen und altersspezifischen Merkmalen Unterschiede hinsichtlich der Zeiten an den Exponaten in Bezug auf den Zeitpunkt der Interaktion in den jeweiligen gedrittelten Sequenzbereichen gibt. Augenscheinlich beginnen alle Besucher im ersten Drittel mit einer im Vergleich zu den folgenden beiden Dritteln geringeren zeitlichen Ausdauer beim Erkunden und Experimentieren an den Ausstellungsobjekten.

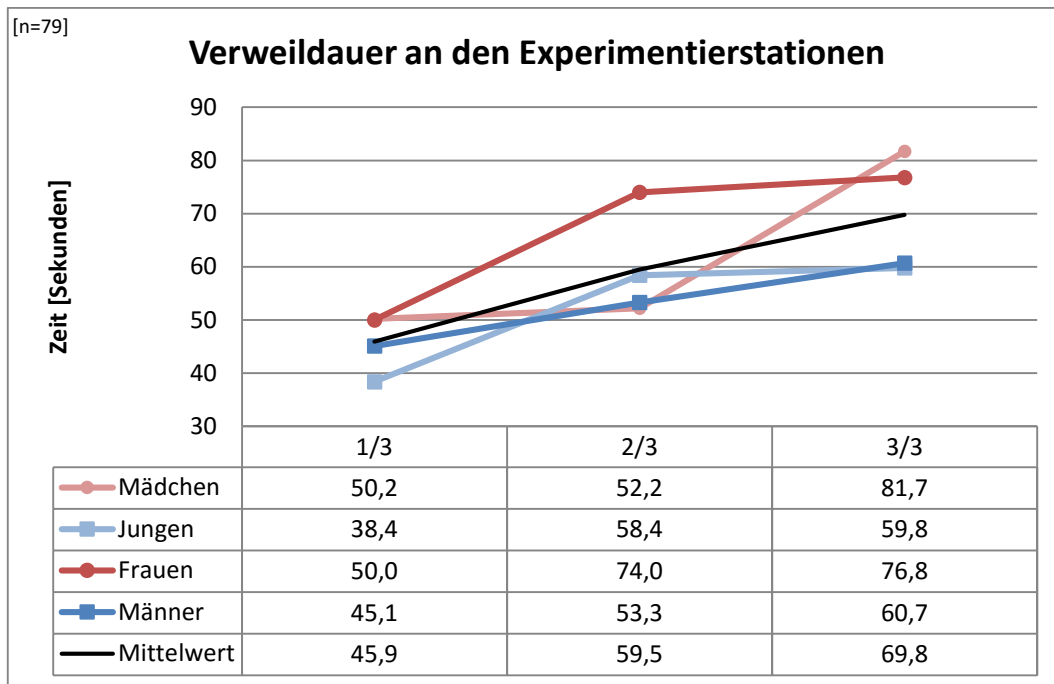


Abbildung 93: Darstellung der durchschnittlichen Verweildauer an den Exponaten pro gedrittelter Sequenz.

Im zweiten Drittel lässt sich hingegen bei allen Untersuchungsgruppen eine Steigerung feststellen. Bei der Gruppe der Mädchen fällt diese Steigerung (+2,0) von 50,2 auf 52,2 Sekunden allerdings nur sehr gering aus. Die Gruppe der Jungen erreicht im gleichen Zeitraum eine Steigerung (+20,0) von 38,4 auf 58,4 Sekunden. Eine besonders große Steigerung lässt sich in der Gruppe der Frauen festhalten. Sie erreichen im zweiten Drittel mit einem Wert von 74,0 Sekunden eine Steigerung von +34,0 Sekunden. In der Gruppe der Männer lässt sich über den gesamten Untersuchungszeitraum eine nahezu konstante Zunahme aufzeigen. So stieg die Verweildauer in dieser Gruppe von anfänglich 45,1 Sekunden über 53,3 (+8,2) auf 60,7 Sekunden (+7,4).

Die Gruppe der Jungen bleibt im letzten Drittel auf einem vergleichbaren Wert. Sie steigern sich im letzten Drittel lediglich um +1,4 auf 59,8 Sekunden. Damit erreichen sie einen nahezu identischen Wert wie die Gruppe der Männer mit 60,7 Sekunden. Beide Werte liegen hierbei unter dem ermittelten Mittelwert von 69,9 Sekunden.

In der Gruppe der Frauen stellt sich im letzten Drittel nur eine geringe Steigerung von +2,8 dar. Allerdings liegt der in Sequenz drei des Phänomentabesuchs ermittelte Wert von 76,8 Sekunden deutlich über dem Mittelwert. Den absoluten Spitzenwert im letzten Drittel erreicht die Gruppe der Mädchen. Nach einer geringen Steigerung vom ersten zum zweiten Drittel erreicht diese Untersuchungsgruppe mit einer Steigung von +29,5 einen Wert von 81,7 Sekunden. Sie liegen mit einer Differenz von 11,9 Sekunden deutlich über dem Mittelwert von 69,8 Sekunden.



In den ersten beiden Sektoren deuten die Zahlen in den Gruppen der Jungen, Mädchen und Männer auf ein vom zeitlichen Umfang her ähnliches Experimentierverhalten an den Experimentierstationen hin. Lediglich die Gruppe der Frauen liegt bereits im zweiten Drittel, wie bereits angemerkt, deutlich über den Werten der anderen Clustergruppen.

Es zeigt sich somit, dass im letzten Drittel des Phänomentabesuchs zeitlich am intensivsten an den Exponaten interagiert wird. Hierbei zeigen die Gruppen des weiblichen Geschlechts eine überdurchschnittliche Verweildauer, die Gruppen des männlichen Geschlechts hingegen eine deutlich unterdurchschnittliche Verweildauer an den jeweiligen Ausstellungsobjekten. Die vorliegenden Werte der Verweildauer sagen jedoch noch nichts über die qualitative Auseinandersetzung mit den dargebotenen interaktiven Experimentierstation aus. Hierzu wird das beschriebene Kategoriensystem zur Hilfe genommen und jede Interaktion der Besucher an den Exponaten bewertet.

Eine Verteilungsübersicht der von den Phänomentabesuchern während ihres Aufenthalts erreichten Kategorien weisen die folgende drei Grafiken (Abb. 95-97) aus:

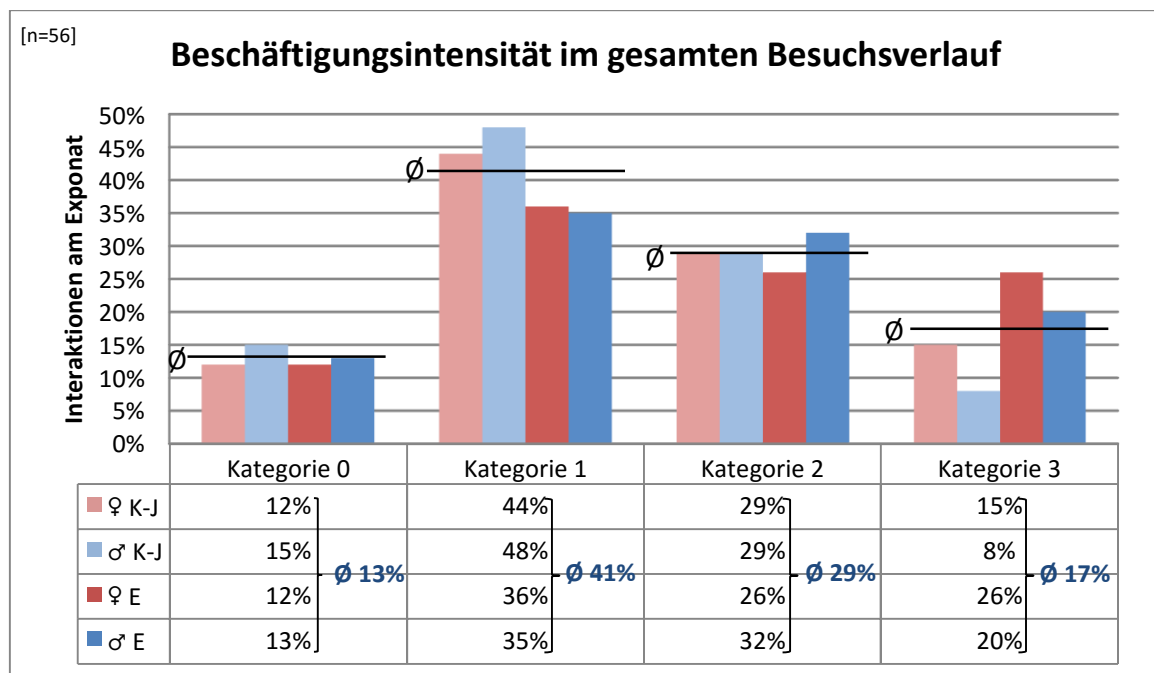


Abbildung 94: Darstellung der erreichten Beschäftigungsintensität im gesamten Besuchsverlauf in Prozentwerten.

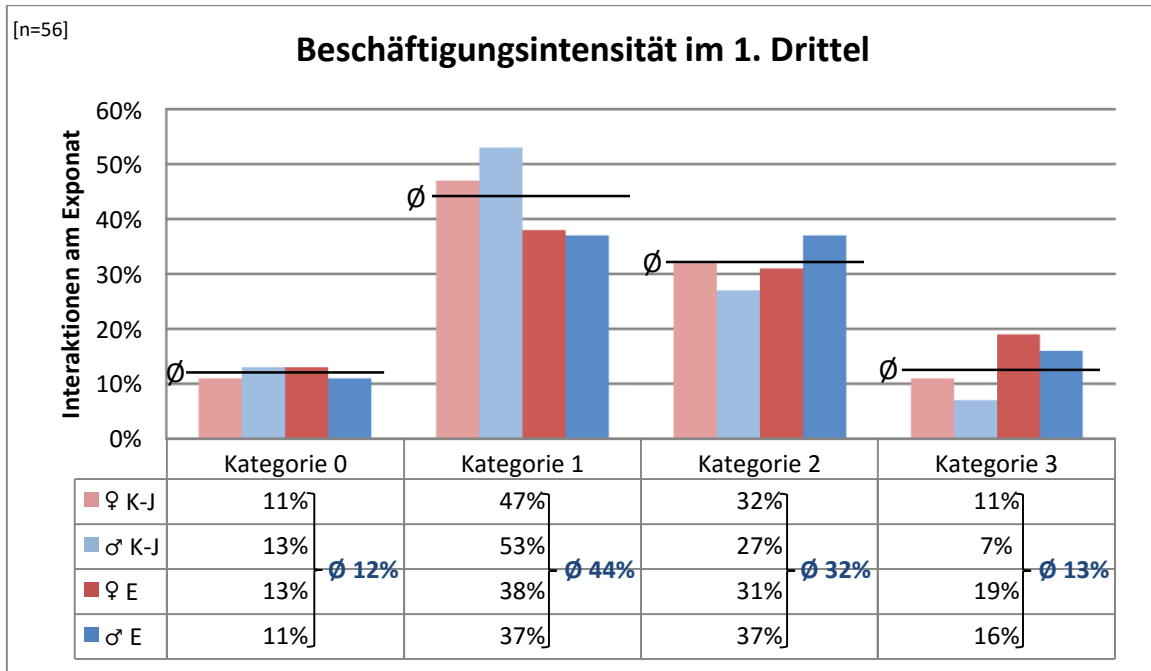


Abbildung 95: Darstellung der erreichten Beschäftigungsintensität im 1. Drittel des Phänomentabesuchs.

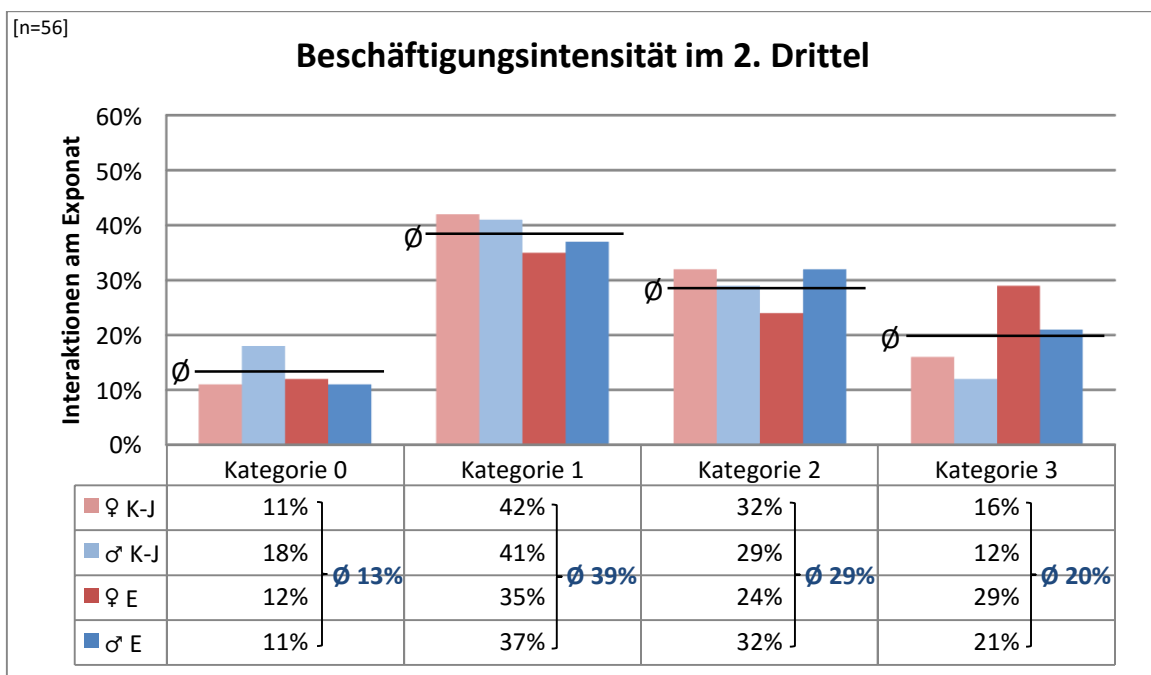


Abbildung 96: Darstellung der erreichten Beschäftigungsintensität im 2. Drittel des Phänomentabesuchs.

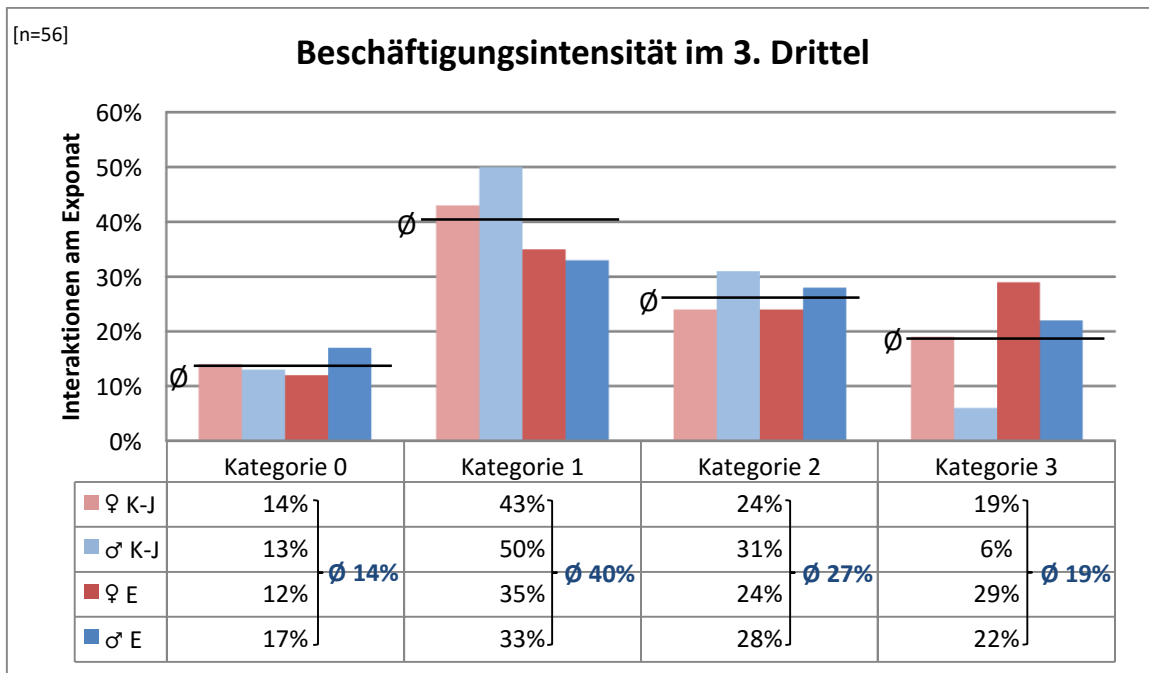


Abbildung 97: Darstellung der erreichten Beschäftigungsintensität im 3. Drittel des Phänomentabesuchs.

In der Gesamtbetrachtung der unterteilten Sequenzen zeigen die beiden letzten Drittel eine zahlenmäßig vergleichbare Verteilung der Beschäftigungskategorien. Lediglich das erste Drittel zeigt in Teilen kleinere Verteilungsabweichungen. Werden hingegen die Werte der einzelnen Clustergruppen betrachtet, so fällt auf, dass Ähnlichkeiten im Experimentierverhalten bei den beiden jeweils gleichen Altersmerkmalsträgern der Untersuchungsgruppen vorhanden sind. Am stärksten setzt sich die Gruppe der Frauen mit den Experimentierstationen auseinander. Sie erreichen in allen gedrittelten Sequenzen überdurchschnittlich oft die Beschäftigungskategorie 3 (19% / 29% / 29%). Die Kategorien 2 und 1 werden hingegen über alle Sequenzen hinweg unterdurchschnittlich oft erreicht (Kat. 1: 38% / 35% / 35%, Kat. 2: 31% / 24% / 24%). Auffällig ist bei ihnen die konstante Beschäftigungsintensität in den beiden letzten Dritteln. Gerade in Bezug auf das Erreichen von Kategorie 3 zeigt die Gruppe der Frauen im Gegensatz zu den weiteren Vergleichsgruppen mit einem Wert von 29% ein sehr intensives Experimentierverhalten. Ebenso zeigt die Gruppe der Männer eine überdurchschnittlich hohe Beschäftigungsintensität.

Die Gruppe der männlichen Kinder und Jugendlichen zeigt einen deutlich reduzierten und unterdurchschnittlich hohen Wert an Interaktionen mit der Kategorie 3 (7% / 12% / 6%). In den niedrigeren Kategorien erreicht sie hingegen in den letzten beiden Dritteln überdurchschnittliche Werte. Im Gegensatz zu den Jungen zeigt die Gruppe der Mädchen vielfach überdurchschnittliche Beschäftigungskategorien. Über die

aufgeteilten Sequenzen hindurch kommt es bei ihnen über den gesamten Verlauf des Phänomentabesuchs zu einer zahlenmäßigen Steigerung der auf eine intensivere Auseinandersetzung mit den interaktiven Experimentierstationen schließende Kategorien (Kat. 3: 11% / 16% / 19%).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Gruppen der Kinder und Jugendlichen vornehmlich Beschäftigungen der unteren Kategorien vornehmen. Im weiteren Verlauf eines Besuches der Phänomenta zeigt die Gruppe der Mädchen hierbei jedoch eine Intensivierung der Beschäftigungstiefe. Die Gruppe der Jungen steigert im gleichen Zeitraum hingegen die Anteile an Tätigkeiten der Kategorie 1. Erwachsene zeigen hingegen über den gesamten Besuch der Phänomenta eine höhere Bereitschaft sich intensiver mit einzelnen Exponaten auseinanderzusetzen. Wie bereits beschrieben, erreicht ihr Anteil an Interaktionen der Kategorie 3 ein stabiles überdurchschnittlich hohes Niveau.

Eine Untersuchung der Fragestellung, ob diejenigen Exponate, die im letzten Drittel des Phänomentabesuchs eine hohe Beschäftigungsintensität (Kategorie 3) aufwiesen, bereits in den vorherigen Sequenzen genutzt wurden, zeigte kein auffälliges Ergebnis. Lediglich 18,67% der mit Tätigkeiten der Kategorie 3 bewerteten Stationen wurden bereits im Vorwege von den Besuchern genutzt.

#### 4.2.6 Zusammenfassung der Ergebnisse

Für den Beweis der in Kapitel 1 aufgestellten Hypothese Nr. 1 wurden insbesondere die Interaktionen im zeitlichen Verlauf des Phänomentabesuchs analysiert und bewertet. Die in der Literatur von beschriebene Museumsmüdigkeit konnte im Rahmen der hier beschriebenen Untersuchungen in der Phänomenta Flensburg nicht festgestellt werden. Vielmehr ließ sich im Verlauf des Besuchs vielfach eine Steigerung der Verweildauer beobachten. Tendenziell kann in der Summe ebenfalls kein deutlich erkennbarer Rückgang der Beschäftigungsintensität attestiert werden. Lediglich die Gruppe der männlichen Kinder und Jugendlichen fällt im letzten Drittel in der Kategorie 3 im Vergleich zu den anderen Clustergruppen zurück. Interaktive Exponate scheinen

daher einen weniger ermüdenden Reiz auf die Besucher auszuüben als reine Ausstellungsobjekte wie beispielsweise in Museen.

Die Beweisführung für Hypothese Nr. 2 lässt sich anhand der Tabelle 60 darstellen. Gut erkennbar ist, dass die Gruppe der weiblichen Kinder und Jugendlichen zum Einen eine deutlich höhere Anzahl an Interaktionen mit den einzelnen Experimentierstationen erreicht. Zum Anderen liegt die Qualität der erfolgten Interaktion, also der jeweiligen Begegnung mit dem interaktiven Exponat, bei den Mädchen im Gegensatz zu den Jungen während des gesamten Aufenthalts auf einem deutlich erkennbaren höheren Niveau. Bedingt durch die intensivere Auseinandersetzung mit der interaktiven Experimentierstation lässt sich insbesondere in der Gruppe der Mädchen eine lange Verweildauer konstatieren.

Somit lassen sich die dargestellten Ergebnisse wie folgt zusammenfassen:

---

### **Feststellungen über die Besucher der Phänomenta Flensburg**

---

Jungen experimentieren weniger intensiv an den Exponaten als Mädchen.

---

Die Gruppen der Mädchen und der erwachsenen Frauen haben die höchste Verweildauer an den Exponaten.

---

Ausstellungsbesucher bevorzugen Exponate, an denen simple und leicht verständliche Experimente durchgeführt werden können.

---

Besucher bevorzugen Exponate, an denen insbesondere ein hohes Maß an körperlicher Aktivität seitens der Besucher erforderlich ist oder ein haptischer Sinneseindruck zu gewinnen ist.

---

Mädchen und Männer nutzen mehr Exponate während des Phänomentabesuchs als die Vergleichsgruppen der Jungen und Frauen.

---

Zwischen den beiden Geschlechtern sowie zwischen den Altersclustergruppen gibt es keine deutlichen Unterschiede in Hinblick auf die Wegnutzung in der Phänomenta Flensburg.

---

Der Ausstellungsraum Nr. 2 (Vortragsraum) mit den Themen Mechanik und Optik hat die niedrigste Attraktivität für die Besucher.

---

---

Jungen beschäftigen sich überwiegend nur oberflächlich mit den Exponaten. Sie interagieren während des Phänomentaaufenthalts von allen Untersuchungsgruppen an den wenigsten Exponaten. Außerdem nutzen sie im Vergleich zu den weiteren Clustergruppen die Experimentierstationen während der Interaktion am kürzesten.

Frauen und Männer beschäftigen sich überwiegend ausdauernd mit den Exponaten. Im Vergleich zu den Kindern und Jugendlichen erreichen sie daher öfter Interaktionen der Kategorie 2 oder besser.

Die Clustergruppen der Männer und Frauen gehen sehr selektiv durch die einzelnen Ausstellungsräume.

Kinder und Jugendliche zeigen hingegen mehr Anzeichen eines systematischen „Abarbeitens“ der Ausstellungsräume als Erwachsene.

Exponate, die beim Experimentieren einen körperlichen Einsatz verlangen, werden von den Besuchern aller Clustergruppen mehrheitlich als attraktiv wahrgenommen.

Durchschnittlich experimentieren die Besucher 52 Minuten lang an den Stationen.

Durchschnittlich nutzen die Besucher 52 Exponate während ihres Phänomentaaufenthalts, um an ihnen zu experimentieren.

Mädchen nutzen durchschnittlich 14% der genutzten Stationen mehrfach, die Gruppe der Jungen hingegen nur 9%.

Die beliebtesten Räume für die Besucher der Phänomenta sind Nr. 11 und 17.

Nahezu 85% der Exponate in der Phänomenta werden von den Besuchern als „attraktiv“ oder „sehr attraktiv“ wahrgenommen.

Für jede einzelne Clustergruppe lassen sich spezifische Hots & Colds finden. In der Summe sind die einzelnen Ausstellungsräume jedoch an alle Clustergruppen angepasst und bieten eine ausgewogene Experimentierumgebung.

---

[Tabelle 61: Übersicht über die aus den Daten gewonnenen Erkenntnisse.](#)

### 4.3 Videoanalyse

Die im Rahmen der Besucherbeobachtungen durchgeführten Videoaufnahmen mit einer Gesamtdauer von über 83 Stunden wurden, wie in Kapitel 3.4 beschrieben, für die weitere Betrachtung in 1212 einzelne Interaktionssequenzen unterteilt. Abbildung 98 zeigt eine leichte Überzahl (58,75%) an Interaktionen in Gruppen. Hieraus lässt sich daher folgern, dass ein Großteil der Besucher die Ausstellung in Gruppen durchläuft.

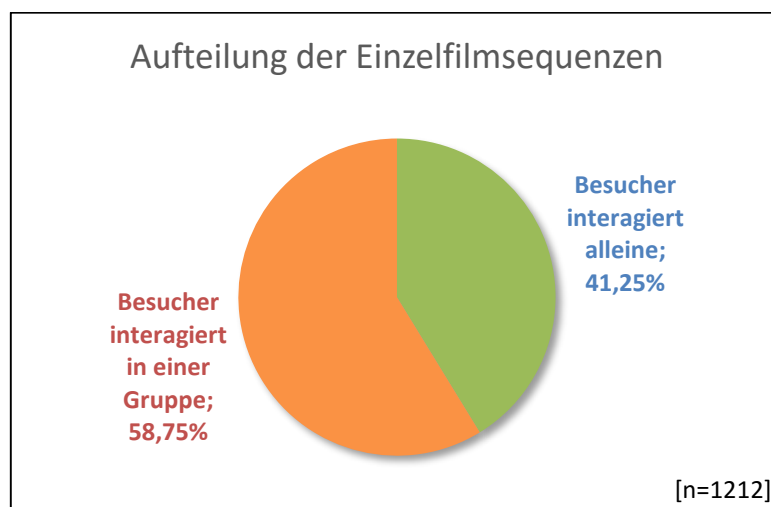


Abbildung 98: Verteilung der Einzelfilmsequenzen

Hinsichtlich der hierbei von den Besuchern aufgesuchten Exponate ergab sich folgendes Verteilungsbild:

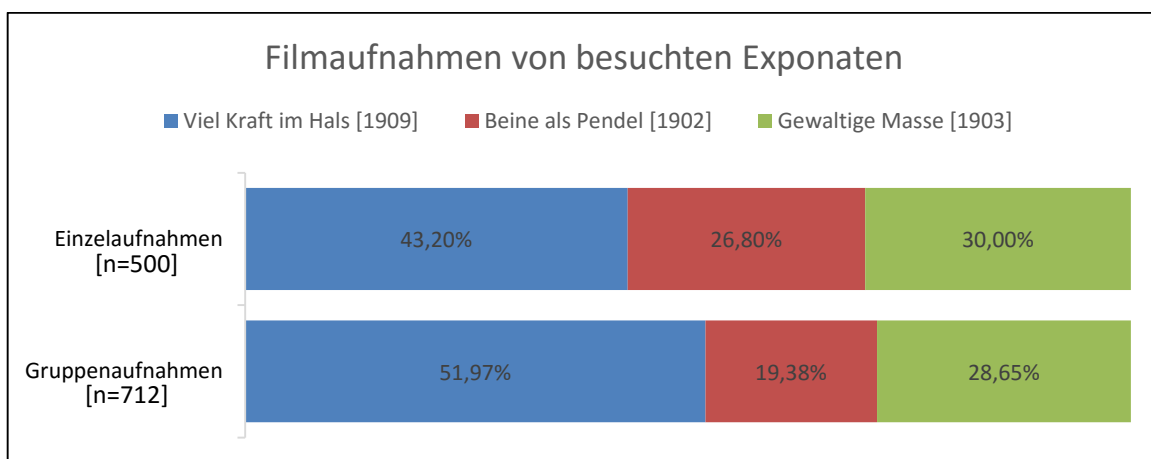


Abbildung 99: Filmaufnahmen von den besuchten Exponaten in der Dinosaurierausstellung

Bei den Interaktionen von Einzelpersonen ist eine deutliche Bevorzugung von Exponat „Viel Kraft im Hals [1909]“ durch die Besucher zu erkennen. Mit einem deutlichen Abstand führt die Anzahl der Nutzer mit 43,20% vor dem Ausstellungsstück „Gewaltige

Masse [1903]“ mit 30,00% und dem Exponat „Beine als Pendel [1902]“ mit 26,80% (Abbildung 99). Die weiteren Ergebnisse aus den Beobachtungen an den interaktiven Stationen der Ausstellung werden im Folgenden dargestellt.

#### 4.3.1 Einzelbeobachtungen am Exponat „Viel Kraft im Hals (Langhals [1909])“

Zeitmessungen der Verweildauer aller erfassten Ausstellungsbesucher ergaben, dass in der Gruppe der Kinder und Jugendlichen geschlechterübergreifend mit Werten von 37 Sekunden bei den Jungen und 36 Sekunden bei den Mädchen eine annähernd gleiche Zeit für die Interaktion mit dem Exponat aufgewendet wurde. Betrachtet man hingegen die Untersuchungsgruppe der erwachsenen Phänomentabesucher, lässt sich ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Geschlechtern ausmachen (Abbildung 100). So verbringen die erwachsenen Frauen mit 28 Sekunden nur etwa 2/3 der Zeit der männlichen Untersuchungsgruppe an der Experimentierstation.

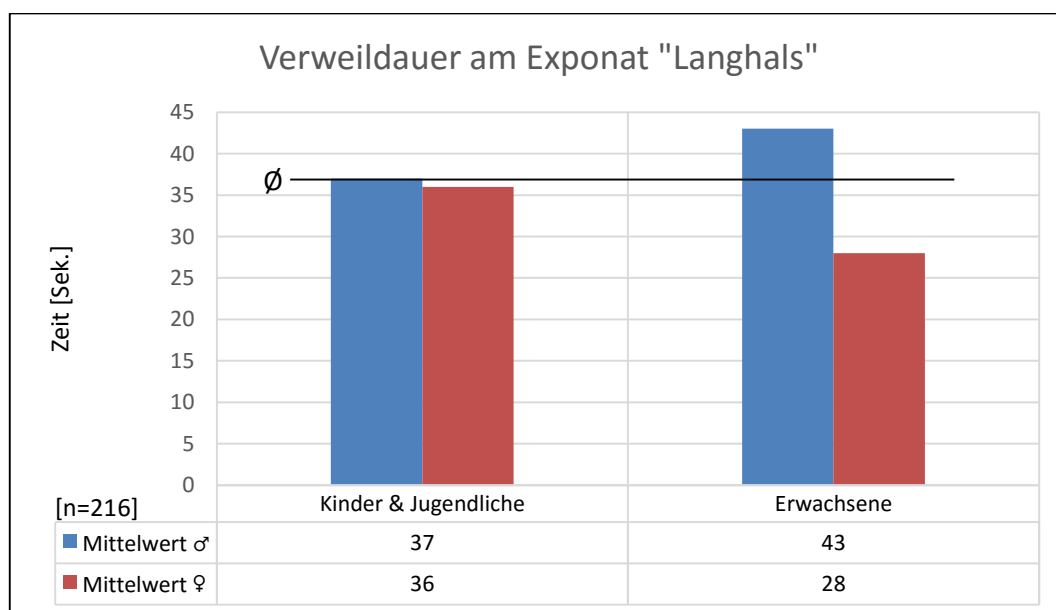
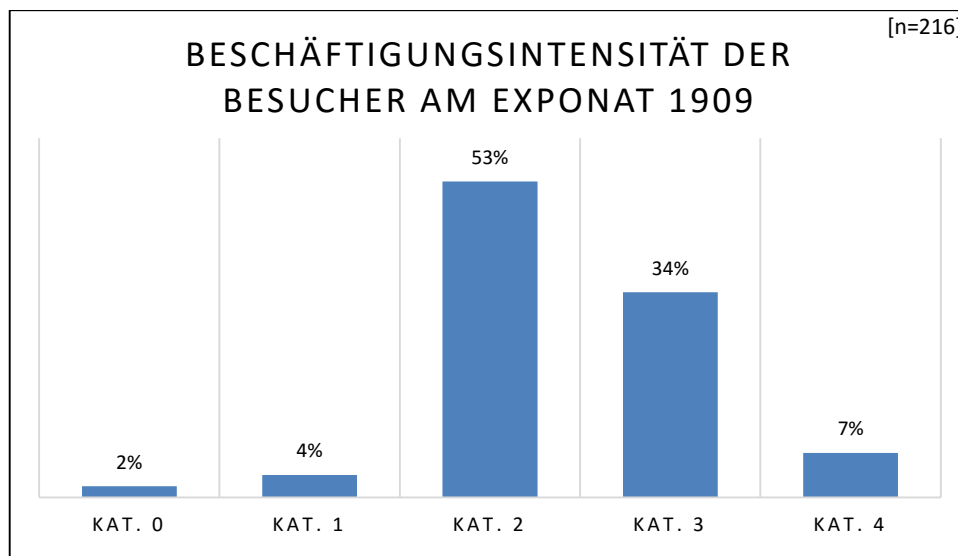


Abbildung 100: Verweildauer von Einzelpersonen am Exponat 1909

Die Clustergruppe der männlichen Erwachsenen verweilt mit ihren 43 Sekunden zudem im Durchschnitt 6 Sekunden länger an dem Exponat als die untersuchte Gruppe der männlichen Kinder und Jugendlichen. Entgegen den angeführten Ergebnissen bei den Männern und männlichen Kindern und Jugendlichen zeigt sich mit einer Zeit von 28 Sekunden bei den erwachsenen Frauen eine deutlich verkürzte Verweildauer an der betrachteten interaktiven Experimentierstation.



Die Analyse der Filmaufnahmen am Exponat „Viel Kraft im Hals [1909]“ hinsichtlich der Einteilung in die in Kapitel 3.3 dargestellten Beschäftigungskategorien zeigt, dass sich mit 53% über die Hälfte der Besucher einführend mit den interaktiven Stationen beschäftigen (Abbildung 101). Anzeichen einer vertiefenden Beschäftigung mit dem Exponat ließen sich bei 34%, einem guten Drittel der Ausstellungsbesucher, feststellen. Sogar die Anzahl der Besucher, die Kennzeichen einer durchdringenden Beschäftigung aufzeigten, ist mit einem ermittelten Wert von 7% höher als die Anzahl der Besucher mit einer Beschäftigungsintensität der Kategorien 0 und 1.



**Abbildung 101:** Intensität der Besucherinteraktionen am Exponat „Viel Kraft im Hals [1909]“

Bei einer genaueren Analyse der Ergebnisse in Bezug auf die erreichten Kategorien und das jeweilige Geschlecht zeigen sich insbesondere in den niedrigeren Kategorien 0 und 1 unterschiedliche Verhaltensmuster bei den jeweiligen Untersuchungsgruppen. Hauptsächlich weibliche Besucher verweilen oft nur kurzzeitig (unter 5 Sekunden) am Exponat, begutachteten es auf seine mögliche Funktion hin, berührten es mit den Händen und verließen das Exponat anschließend, ohne sich damit auseinanderzusetzen (♂=1%; ♀=8%).

Ebenso fällt auf, dass die während der Untersuchung durchgeführten Eingruppierungen in zielfremde Beschäftigungen ausschließlich die männlichen Untersuchungsgruppen betreffen. Auffallend ist ebenfalls der Unterschied hinsichtlich der Einteilung in Kategorie 4. Lassen sich von den männlichen Besuchern nur 6% auf eine durchdringende Beschäftigung mit der Ausstellungsstation ein, so zeigen die weiblichen Besucherinnen mit 11% fast doppelt so viel Bereitschaft zu einer durchdringenden und sinnschaffenden Beschäftigung mit dem Exponat. Weiterhin

lässt sich festhalten, dass über die Hälfte der beobachteten Personen ( $\sigma=51\%$  und  $\text{♀}=55\%$ ) sich mit einführenden Tätigkeiten an der Experimentierstation beschäftigen. 96% der männlichen Besucher und 92% der weiblichen Besucherinnen setzen sich daher aktiv (mindestens Erreichen der Kategorie 2) mit dem Exponat auseinander (Abbildung 102).

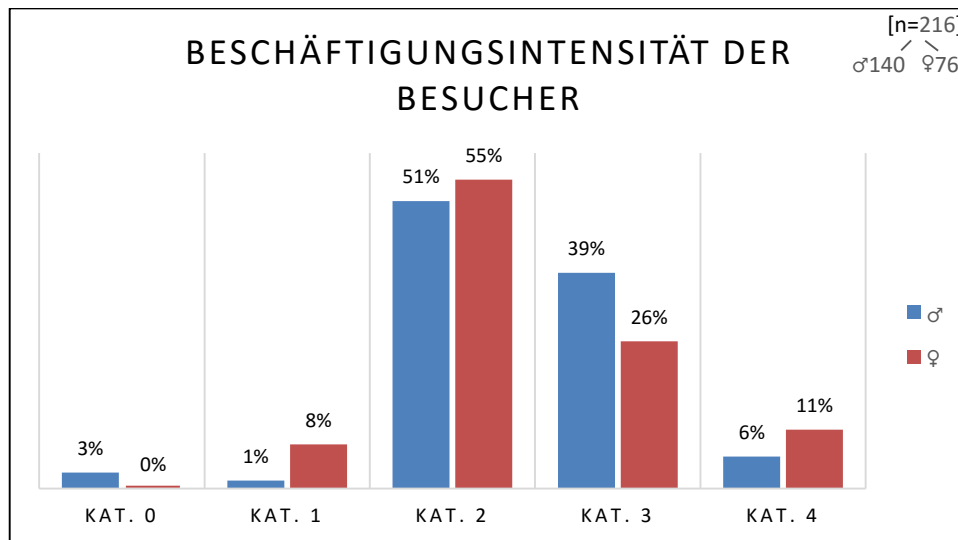


Abbildung 102: Intensität der Besucherinteraktionen mit dem Exponat „Viel Kraft im Hals [1909]“ getrennt nach Geschlechtern ohne Berücksichtigung der Altersstruktur

Eine weitere Unterteilung der Ergebnisse in die jeweiligen einzelnen Clustergruppen nach Geschlecht und Altersstruktur zeigt Abbildung 103. Deutlich erkennbar ist der

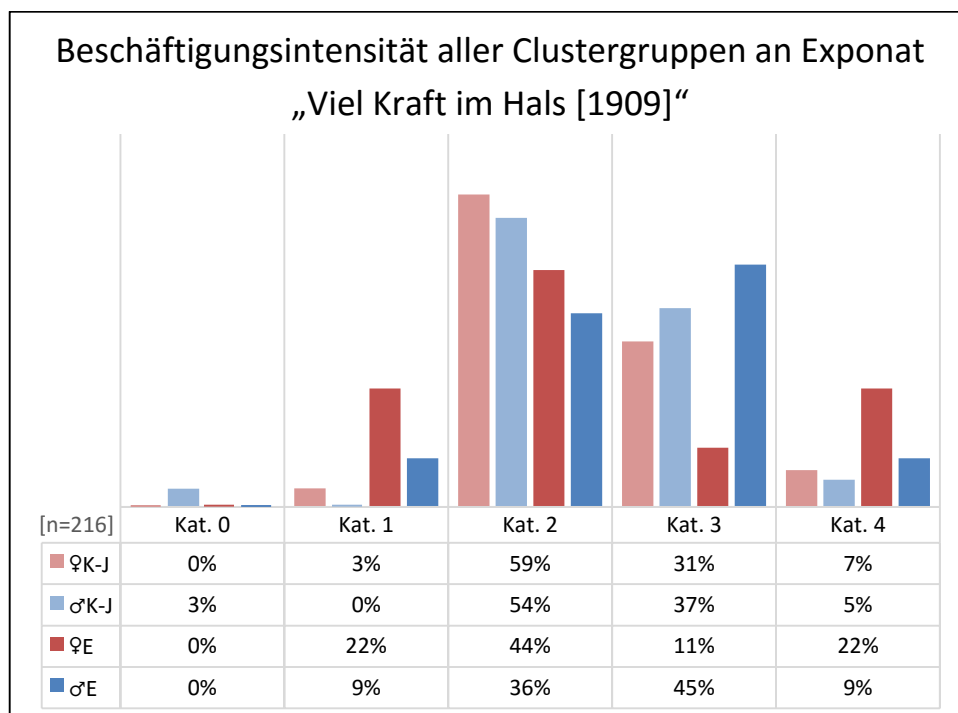


Abbildung 103: Darstellung der Beschäftigungsintensität aller Clustergruppen

hohe Peak bei den erwachsenen Frauen in Kategorie 1 und 4 mit jeweils 22%. Bei ihnen setzte sich mehr als 1/5 sehr intensiv mit der Experimentierstationen auseinander und durchdrang die hinter der Station stehenden physikalisch/mechanischen Gesetzmäßigkeiten. Auch die Gruppe der Mädchen führt in Kategorie 4 mit einem kleinen Abstand von 2% vor der Vergleichsgruppe der Jungen (♀=7%; ♂=5%). Die Gruppe der erwachsenen Männer führt mit einem Wert von 45% in der Kategorie 3 deutlich vor den männlichen Kindern und Jugendlichen mit 37%. Es lässt sich somit festhalten:

**Kategorie 0** Ausschließlich männliche Kinder und Jugendliche beschäftigten sich zielfremd mit diesem Ausstellungsobjekt.

**Kategorie 1** Deutliche Dominanz des weiblichen Geschlechts, insbesondere der erwachsenen Frauen.

**Kategorie 2** Über alle Gruppen hinweg ein hohes Wertenniveau, welches innerhalb der jeweiligen Altersgruppen ein vergleichbares Niveau erreicht. Die weiblichen Besucherinnen liegen jeweils mit 5% (Kinder u. Jugendliche) bzw. 8% (Erwachsene) vor den männlichen Besuchern.

**Kategorie 3** Frauen erreichen mit 11% mit weitem Abstand vor allen anderen Untersuchungsgruppen den niedrigsten Wert. Die Gruppen der männlichen Besucher dominieren in dieser Kategorie; insbesondere die Erwachsenen.

**Kategorie 4** Die Gruppe der erwachsenen Frauen sticht in dieser Kategorie mit einem Wert von 22% besonders hervor. Insgesamt dominiert in dieser Kategorie jeweils das weibliche Geschlecht vor den männlichen Untersuchungsgruppen.

Table 62: Bewertung der Abbildung 103 – Beschäftigungsintensität aller Clustergruppen am Exponat 1909

### 4.3.2 Einzelbeobachtungen am Exponat „Beine als Pendel [1902]“

Die Messung der Verweildauer am Exponat ergab über alle Untersuchungsgruppen hinweg eine im Vergleich zu anderen Experimentierstationen der Dinosaurierausstellung deutlich verringerte Bereitschaft sich mit der Experimentierstation aktiv auseinanderzusetzen.

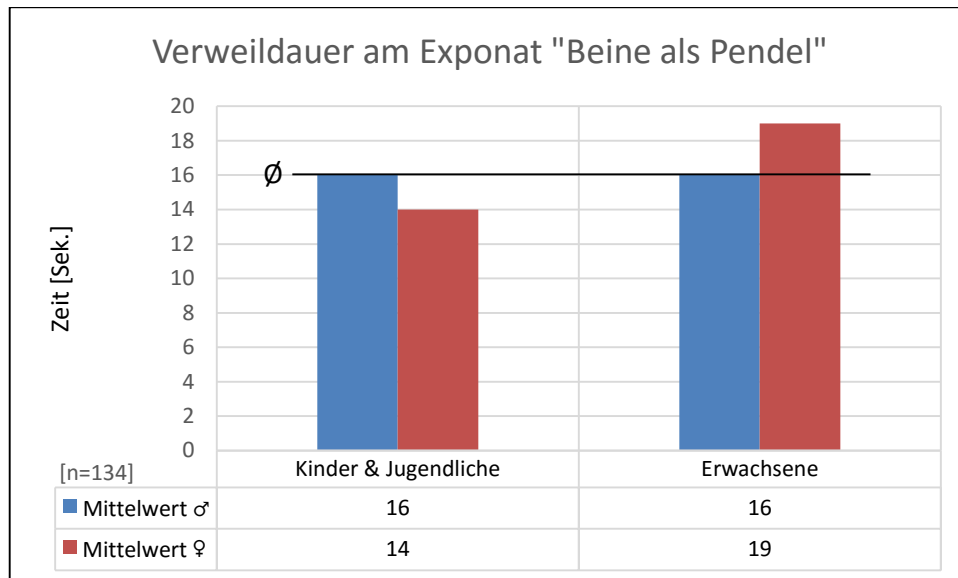


Abbildung 104: Verweildauer von Einzelpersonen am Exponat 1902

Der Mittelwert für die an der Station „Beine als Pendel [1902]“ ermittelte Verweildauer liegt mit 16 Sekunden weit unter den üblichen Durchschnittswerten, sowohl innerhalb der Dinosaurierausstellung als auch der gesamten Phänomentaausstellung.

Eine Untersuchung der Intensität der jeweiligen Benutzeraktivität am Exponat mittels Kategoriensystems zeigt, dass einhergehend mit der niedrigen Verweildauer das Exponat nur von wenigen Besuchern mit einem Wert von 4% ausdauernd genutzt und eine vertiefende Beschäftigung erreicht wurde. 57% der Besucher, die somit den Hauptteil der Untersuchungsgruppe ausmachen, erreichten bei ihrer Auseinandersetzung mit dem Exponat einführende Tätigkeiten der Kategorie 2. Ein weiterer großer Teil der Phänomentabesucher mit 37% wurde mit einer geringen Beschäftigung der Kategorie 1 bewertet. Ebenfalls konnten an diesem Exponat zielfremde Auseinandersetzungen der Kategorie 0 beobachtet werden. Keiner der Besucher setzte sich intensiv mit dem interaktiven Exponat auseinander und versuchte durch intensives Agieren und Verändern von Versuchsvarianten die hinter dem Experiment stehende Gesetzmäßigkeit zu entdecken. Somit konnte innerhalb der

Untersuchungsgruppen keine Auseinandersetzung der Kategorie 4 festgestellt werden. Insgesamt wurden bei 61% der Interaktionen mindestens Beschäftigungen der Kategorie 2 erreicht (Abbildung 105).

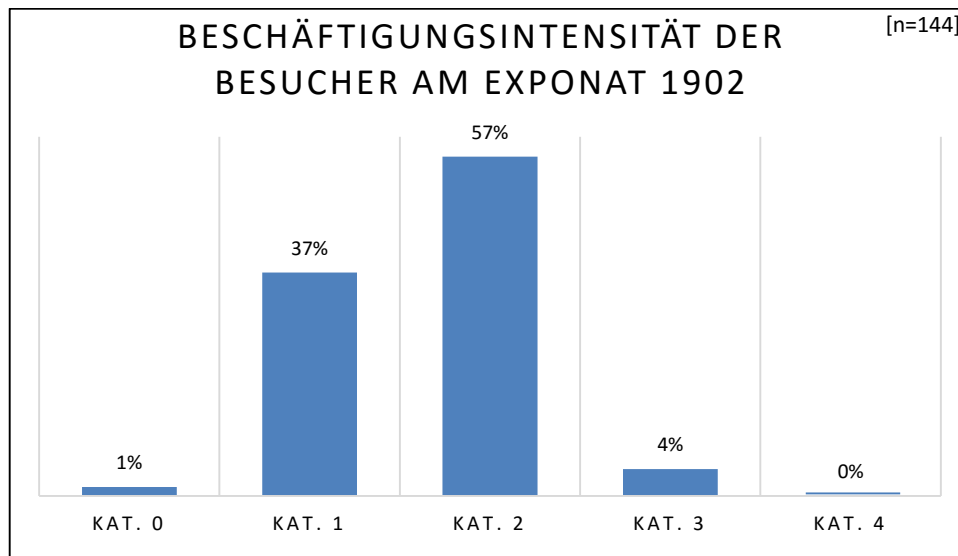


Abbildung 105: Intensität der Besucherinteraktionen am Exponat „Beine als Pendel [1902]“

Eine nähere Betrachtung der erreichten Kategorien und der jeweiligen Geschlechterzugehörigkeit erbrachte folgendes Bild:

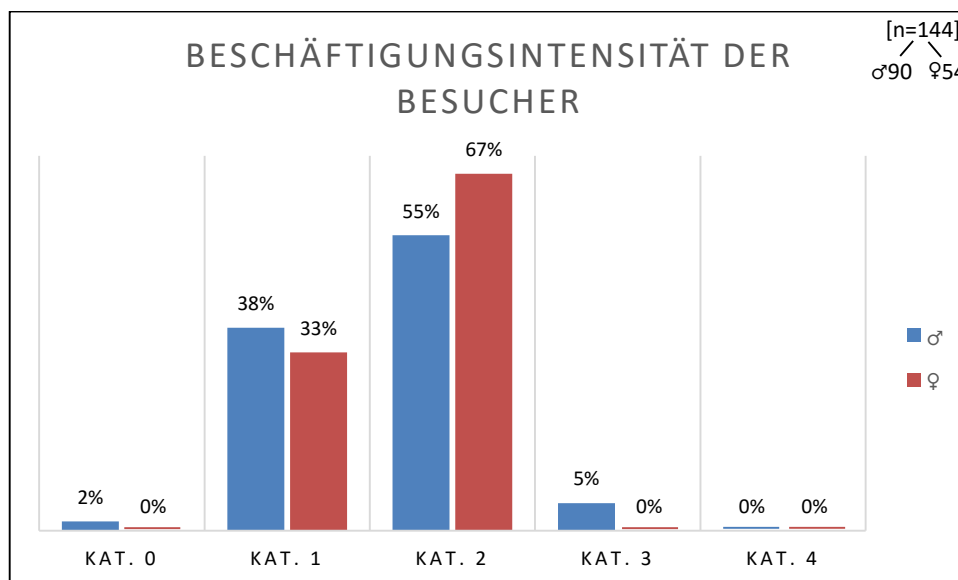
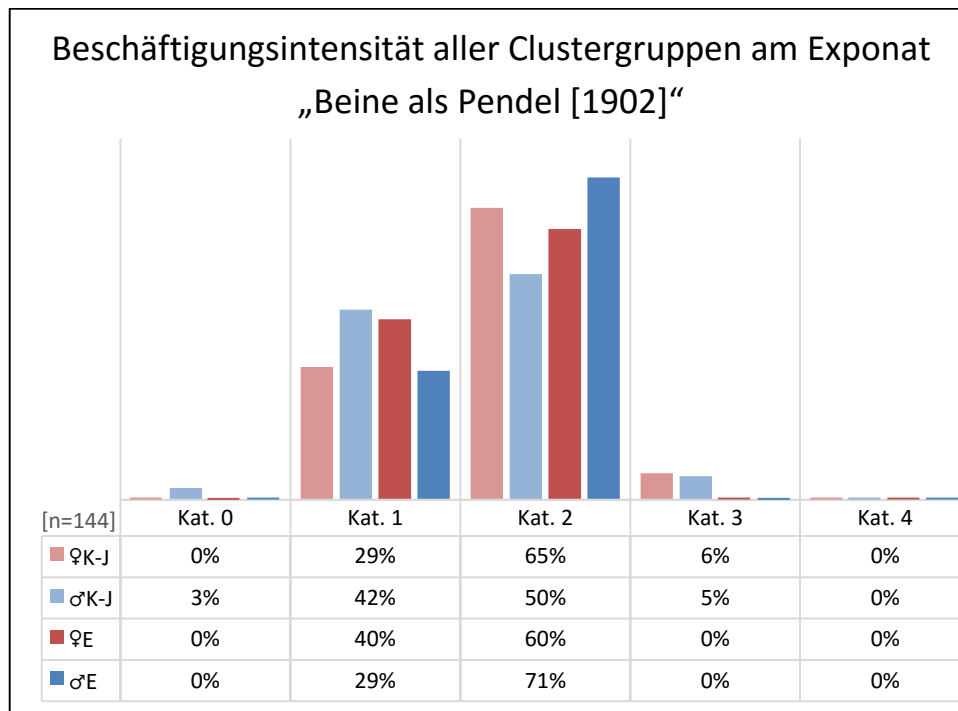


Abbildung 106: Intensität der Beschäftigung mit dem Exponat "Beine als Pendel [1902]" getrennt nach Geschlechtern ohne Berücksichtigung der Altersstruktur.

Bei den männlichen Besuchern lässt sich im Gegensatz zu den weiblichen eine große Schwankungsbreite in Bezug auf die erreichten Kategorien feststellen. So erreichten die untersuchten männlichen Besucher Beschäftigungen der Kategorie 0, 1, 2 und 3. Die weiblichen Besucherinnen hingegen erreichten lediglich Interaktionen der

Kategorie 1 und 2. Allerdings lässt sich festhalten, dass der größte Anteil der weiblichen Besucher mit einem Wert von 67% sich mit einführenden Tätigkeiten an dem Exponat befasse. Männliche Besucher erreichten hingegen nur 55%.



**Abbildung 107: Darstellung der Beschäftigungsintensität aller Clustergruppen**

Wie bei der Experimentierstation „Viel Kraft im Hals (Langhals) [1909]“ lassen sich auch an dem Exponat „Beine als Pendel [1902]“ zielfremde Beschäftigungen der Kategorie 0 ausschließlich der Gruppe der männlichen Kinder und Jugendlichen mit einem Wert von 3% zuordnen. Des Weiteren lassen sich über beide Geschlechter- und Altersgruppen hinweg vergleichbar hohe Ergebnisse in den Kategorien 1 und 2 finden. Insbesondere die Gruppen der weiblichen Kinder und Jugendlichen sowie der erwachsenen Männer zeigen in der Kategorie 1 mit einem Wert von 29% gleiche Werte. Das Beschäftigungsniveau liegt über alle Untersuchungsgruppen hinweg vornehmlich bei Beschäftigungen der Kategorie 2. Jeweils über die Hälfte der untersuchten Besucher zeigten mit Werten zwischen 50% und 71% Verhaltensweisen der 2. Kategorie. Bei etwa einem Drittel der Besucher (Werte zwischen 29% und 42%) konnten geringe Beschäftigungen der Kategorie 1 beobachtet werden. Vertiefende Beschäftigungen der Kategorie 3 ließen sich lediglich bei den untersuchten Gruppen der Kinder und Jugendlichen feststellen. Hierbei erreichten beide Geschlechter mit 6% bei den Mädchen und 5% bei den Jungen ein vergleichbares Niveau (Abbildung 107).

Daraus abgeleitet lässt sich festhalten:

<b>Kategorie 0</b>	Ausschließlich männliche Kinder und Jugendliche beschäftigten sich zielfremd mit diesem Ausstellungsobjekt.
<b>Kategorie 1</b>	Bei den Kindern und Jugendlichen dominiert das weibliche Geschlecht, in der Gruppe der Erwachsenen hingegen das männliche.
<b>Kategorie 2</b>	Männliche Kinder und Jugendliche dominieren mit 42% vor den erwachsenen Frauen mit 40% diese Kategorie. Mit einem Abstand von 11% bzw. 13% folgen die weiteren Untersuchungsgruppen.
<b>Kategorie 3</b>	Die Gruppe der erwachsenen Männer erreichte mit 71% vor den weiblichen Kindern und Jugendlichen mit 65% und den erwachsenen Frauen mit 60% den höchsten Wert. Schlusslicht bildete die Gruppe der männlichen Kinder und Jugendlichen mit 50%.
<b>Kategorie 4</b>	Keine Besucher beschäftigten sich intensiv mit diesem Exponat.

Tabelle 63: Bewertung der Abbildung 107 - Beschäftigungsintensität aller Clustergruppen am Exponat 1902

### 4.3.3 Einzelbeobachtungen am Exponat „Gewaltige Masse (Dino-Waage) [1903]“

Bei der Betrachtung der Besucher und ihrer jeweiligen Verweildauern fällt auf den ersten Blick der große Unterschied zwischen den Gruppen der Kinder und Jugendlichen und den Gruppen der Erwachsenen auf. Kinder und Jugendliche beider Geschlechter verweilten mit Werten von 36 Sekunden (♂) und 37 Sekunden (♀) deutlich länger an der Experimentierstation als die Vergleichsgruppe der Erwachsenen mit Werten von 14 Sekunden (♂) bzw. 11 Sekunden (♀). Die Differenz zwischen beiden Altersgruppen beträgt demnach 22 bzw. 26 Sekunden.

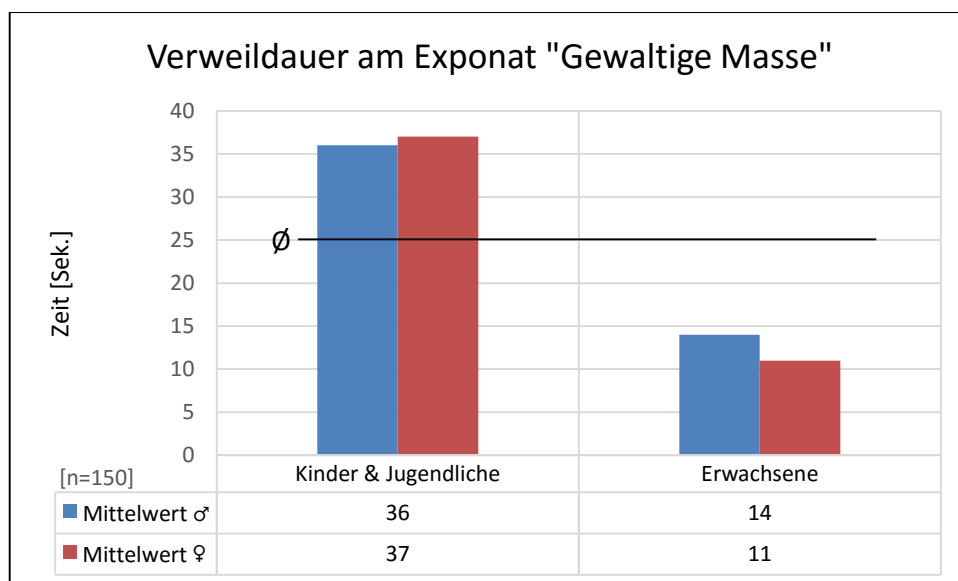


Abbildung 108: Verweildauer von Einzelpersonen am Exponat 1903

Die ebenfalls durchgeführte Analyse der Besucherinteraktion mit dem Exponat

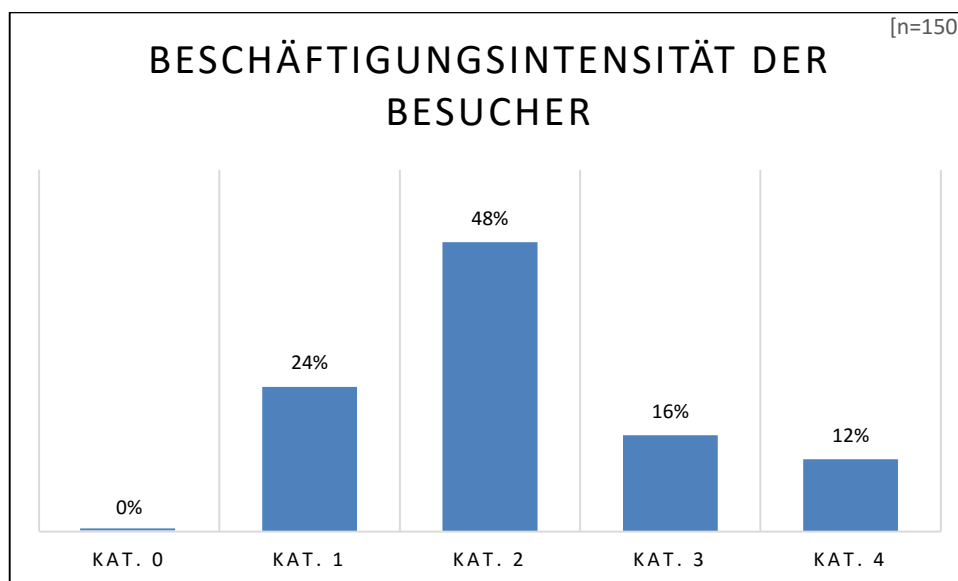


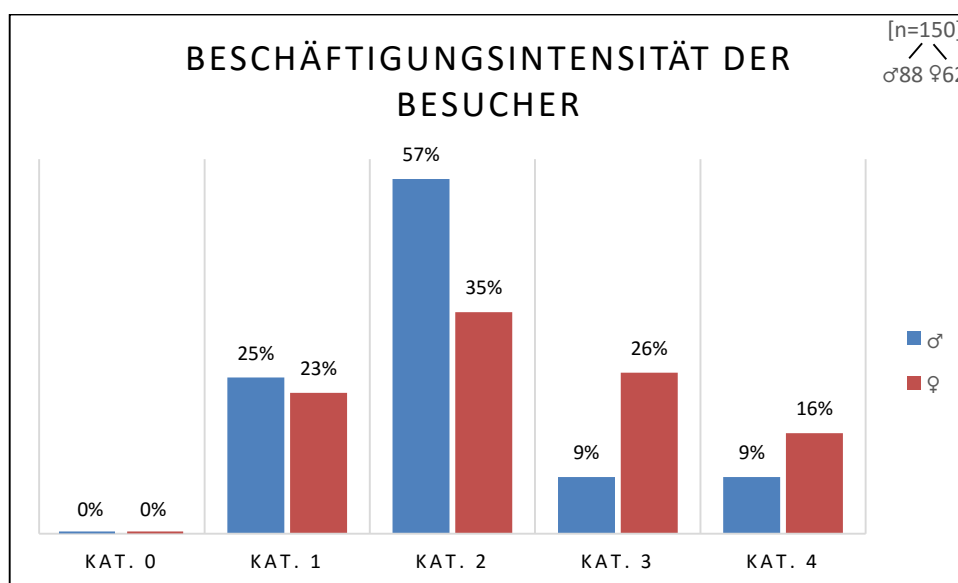
Abbildung 109: Intensität der Besucherinteraktion am Exponat „Gewaltige Masse [1903]“



„Gewaltige Masse [1903]“ zeigt auf den ersten Blick eine weite Streubreite der erreichten Kategorien. Im Gegensatz zu den vorher untersuchten interaktiven Experimentierstationen weisen die Phänomentabesucher an dem Exponat 1903 keinerlei negative bzw. zielfremde Beschäftigungsverhaltensweisen der Kategorie 0 auf.

Auffällig ist der hohe Anteil der erreichten einführenden Tätigkeiten der Kategorie 2, deren Wert im weiteren Kategorienverlauf mit Werten von 16% für Kategorie 3 und 12% für Interaktionen der Kategorie 4 stetig abnimmt (Abbildung 109).

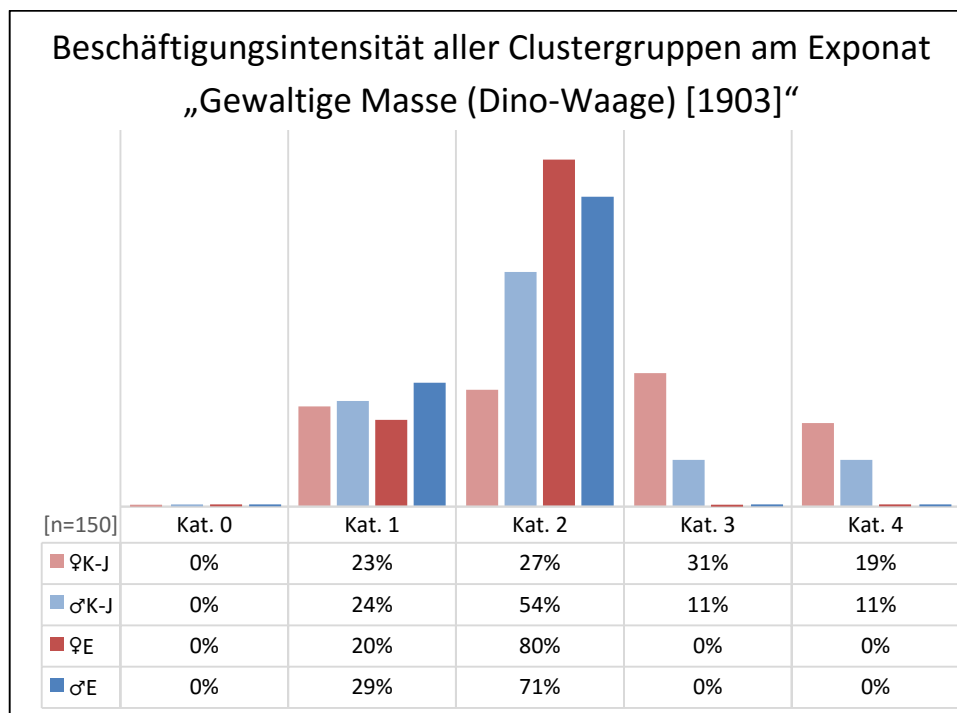
Betrachtet man die Ergebnisse der Kategorieneinteilung in Bezug auf ihre Geschlechterherkunft, so kann bei Beschäftigungen der Kategorie 1 von einem annähernd gleichen Niveaubereich bei männlichen (25%) und den weiblichen (23%) Besuchern gesprochen werden. Interaktionen, die der Beschäftigungskategorie 2 zugeordnet werden können, sind vornehmlich den männlichen Besuchern (57%) zuzuordnen. Das weibliche Geschlecht erreicht in dieser Kategorie einen Wert von 35%.



**Abbildung 110:** Intensität der Beschäftigung mit dem Exponat "Beine als Pendel [1902]" getrennt nach Geschlechtern ohne Berücksichtigung der Altersstruktur.

Deutliche Unterschiede zwischen den Geschlechtern zeigen sich in den Kategorien 3 und 4. In beiden Kategorien führt das weibliche Geschlecht deutlich vor dem männlichen. Insbesondere in der Kategorie 3, der vertiefenden Beschäftigung, liegt das weibliche Geschlecht mit 26% deutlich vor dem männlichen Geschlecht mit 9%.

Beschäftigungen der Kategorie 1 sind über alle Untersuchungsgruppen hinweg auf einem vergleichbaren Wertenniveau. Den niedrigsten Wert mit 20% haben hierbei die erwachsenen Frauen. Sie bilden in der Kategorie 2 indes den Spitzenwert von 80%.



**Abbildung 111:** Darstellung der Beschäftigungsintensität aller Clustergruppen

Ihnen folgen die erwachsenen Männer mit einem Wert von 71%. Mit deutlichem Abstand folgen die Gruppen der Kinder und Jugendlichen. Den niedrigsten Wert erreichen hierbei mit 27% die Mädchen hinter den Jungen mit 54%. Erwachsene Besucher nutzten das Exponat folglich, um lediglich einführende Tätigkeiten während ihrer Interaktion mit der Experimentierstation vorzunehmen. Tätigkeiten der Kategorie 3 oder 4 konnten bei diesen Besuchergruppen nicht festgestellt werden.

Vertiefende und durchdringende Besucheraktivitäten der Kategorien 3 und 4 konnten demnach lediglich in der Altersgruppe der Kinder und Jugendlichen nachgewiesen werden. Hierbei erreichte in beiden Kategorien die Gruppe der weiblichen Kinder und Jugendlichen zum Teil deutlich höhere Werte als die männliche Untersuchungsgruppe. So zeigten 31% der weiblichen Kinder und Jugendlichen mit einem Abstand von 20% zu der männlichen Altersgruppe mit einem Wert von 11% Kennzeichen einer vertiefenden Beschäftigung an dem interaktiven Ausstellungsobjekt. Die 31% bildeten zudem den Höchstwert in der Gruppe der Mädchen. In der Kategorie 4, der durchdringenden Beschäftigung, verringerte sich der Abstand zwischen den Mädchen und Jungen auf eine Differenz von 8%. Insgesamt zeigten an diesem Exponat über

alle Alters- und Geschlechtsgruppen hinweg 76% der Besucher Verhaltens- und Beschäftigungsmerkmale, die eine Eingruppierung in die Kategorie 2 oder höher ermöglichen.

Zusammenfassend kann für das Ausstellungsobjekt „Gewaltige Masse“ folgendes festgehalten werden:

<b>Kategorie 0</b>	Keine Besucher beschäftigten sich zielfremd mit dem Exponat.
<b>Kategorie 1</b>	Eine leichte Dominanz des männlichen Geschlechts über beide Altersgruppen hinweg. Das Niveau der Werte liegt zwischen 20% und 29%.
<b>Kategorie 2</b>	Die erwachsenen Frauen bilden mit 80% vor den erwachsenen Männern mit 71% den größten Anteil in dieser Kategorie. Die Gruppe der weiblichen Kinder und Jugendlichen erreicht lediglich 27%.
<b>Kategorie 3</b>	Die Gruppe der weiblichen Kinder und Jugendlichen erreicht in dieser Kategorie 31%, die männliche Altersgruppe hingegen nur 11%. In den Gruppen der erwachsenen Untersuchungspersonen konnten keine Hinweise auf Beschäftigungsmerkmale zur Eingruppierung in die Kategorie 3 identifiziert werden.
<b>Kategorie 4</b>	In dieser Kategorie erreicht die Gruppe der weiblichen Kinder und Jugendlichen einen Wert von 19%, die Gruppe der männlichen Kinder und Jugendlichen hingegen nur 11%. Ebenfalls konnten in den Gruppen der erwachsenen Untersuchungspersonen keine Hinweise auf Beschäftigungsmerkmale der Kategorie 4 identifiziert werden.

Tabelle 64: Bewertung der Abbildung 111 - Beschäftigungsintensität aller Clustergruppen am Exponat 1903

#### 4.3.4 Gruppenbeobachtungen am Exponat „Viel Kraft im Hals“

Eine Betrachtung der einzelnen Gruppen hinsichtlich ihrer Geschlechts- und Alterszusammensetzung zeigt, dass mit 69% vornehmlich eingeschlechtliche Gruppen

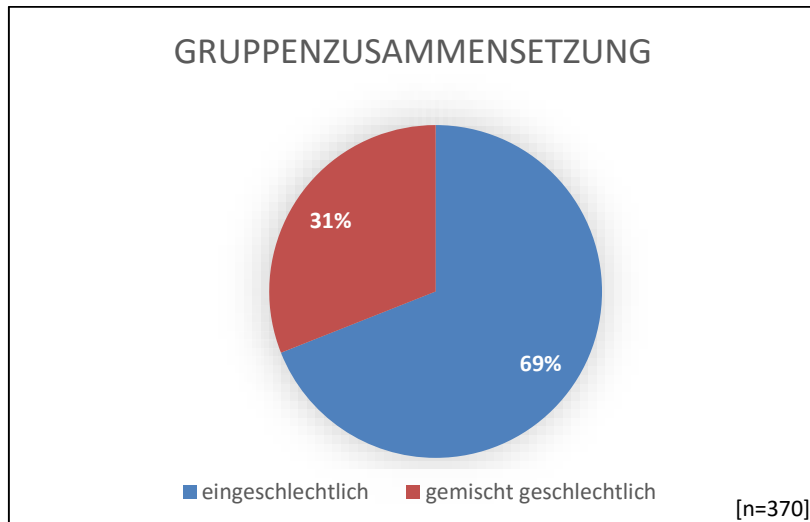


Abbildung 112: Gruppenzusammensetzung bezogen auf das Geschlecht

durch die Besucher gebildet werden. Lediglich 31% der Besuchergruppen setzten sich aus unterschiedlichen Geschlechtern zusammen (Abbildung 112).

Hinsichtlich der Gruppengröße lässt sich bei den Besuchern der Phänomenta Flensburg im Bereich der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ folgende Verteilung feststellen:

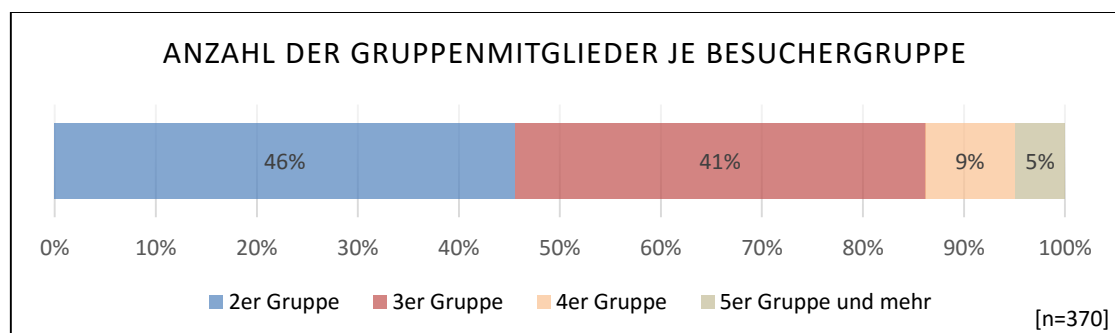


Abbildung 113: Anzahl der Gruppenmitglieder einer Besuchergruppe

Abbildung 113 zeigt deutlich, dass die Mehrheit der Gruppen (46%) aus zwei Personen besteht. Ein weiterer Großteil der Gruppen (41%) setzt sich aus 3 Personen zusammen. Gruppen aus 4 Personen konnten nur bei 9% der Gruppen identifiziert

werden. Lediglich 5% der Besuchergruppen bestanden aus mindestens 5 oder mehr Personen.

Eine genauere Analyse des Videomaterials hinsichtlich der Altersverteilung innerhalb der gemischt geschlechtlichen Besuchergruppen erbrachte folgendes Ergebnis:

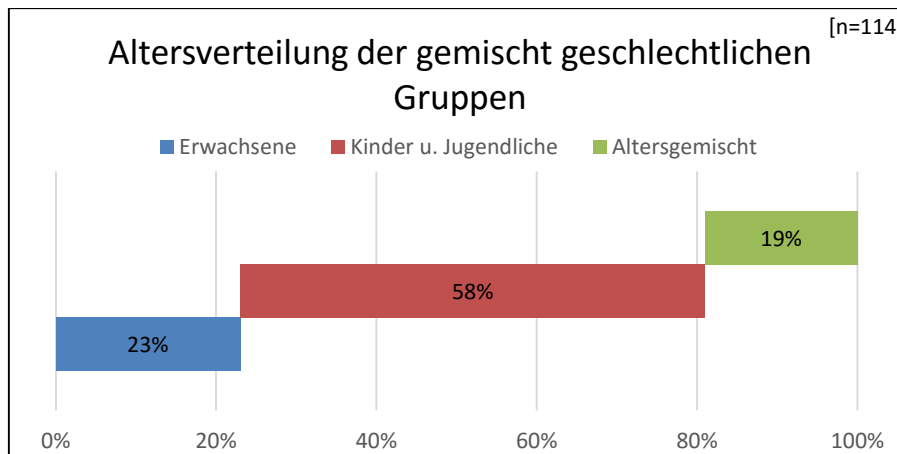


Abbildung 114: Altersverteilung in den gemischt geschlechtlichen Gruppen

Über die Hälfte der gemischt geschlechtlichen Besuchergruppen wird von den Kindern und Jugendlichen gebildet (Wert 58%). Die Gruppen aus erwachsenen Personen machen hingegen mit 23% fast ein Viertel der Gesamtgröße aus. Altersgemischte Gruppen werden von 19% der Besucher gebildet (Abbildung 114).

Die Abbildung Nummer 115 zeigt eine überdurchschnittlich lange Verweildauer der gemischtgeschlechtlichen Gruppen. Insbesondere die Untersuchungsgruppen, die sowohl im Alter als auch in ihrem Geschlecht gemischt zusammengesetzt waren, verweilten mit einem Wert von 120 Sekunden deutlich länger an dem Exponat als der Durchschnitt. Lediglich die Gruppe der weiblichen gemischt altrigen Besucher konnte diesen Wert mit 129 Sekunden noch übertreffen. Beide Gruppen der Kinder und Jugendlichen zeigten mit Werten von 70 (♂) und 67 (♀) Sekunden unterdurchschnittliche Verweildauern an dem Exponat 1909. Die Gruppe der erwachsenen Männer zeigt ebenfalls mit einer Verweildauer von 91 Sekunden einen überdurchschnittlichen Wert. Den niedrigsten Wert mit 43 Sekunden erreichte die Gruppe der weiblichen Erwachsenen. Der Geschlechtsunterschied zu der Gruppe der Frauen ergibt hierbei einen Differenzwert von 48 Sekunden. In der Gruppe der gemischten Altersgruppen zeigt sich ein Differenzwert von 64 Sekunden zwischen beiden Geschlechtern.

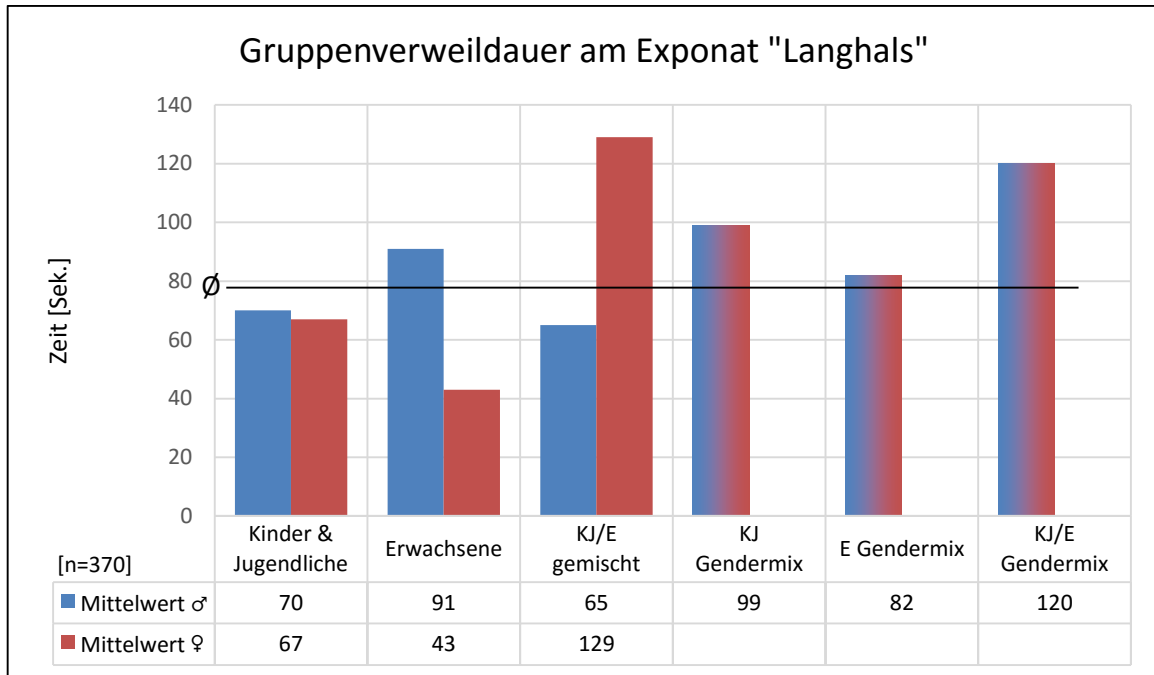


Abbildung 115: Verweildauer von Gruppen am Exponat 1909

Wird neben der Zeit am Exponat auch die Intensität der Interaktion mit der Experimentierstation erfasst, so zeigt sich, wie in Abbildung 116 ersichtlich ist, dass die Besucher in Gruppenform unabhängig von ihrer Zusammensetzung vermehrt höhere Beschäftigungskategorien erreichten als Besucher, die sich alleine mit dem Ausstellungsobjekt befassten (vgl. Kapitel 4.2).

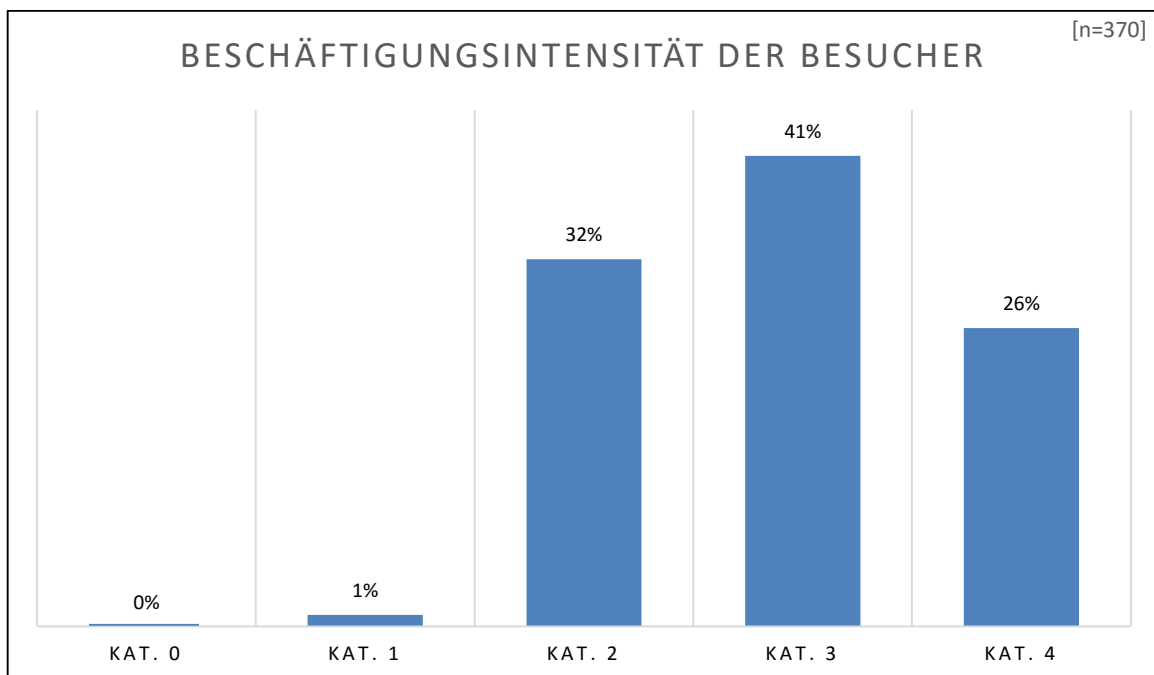
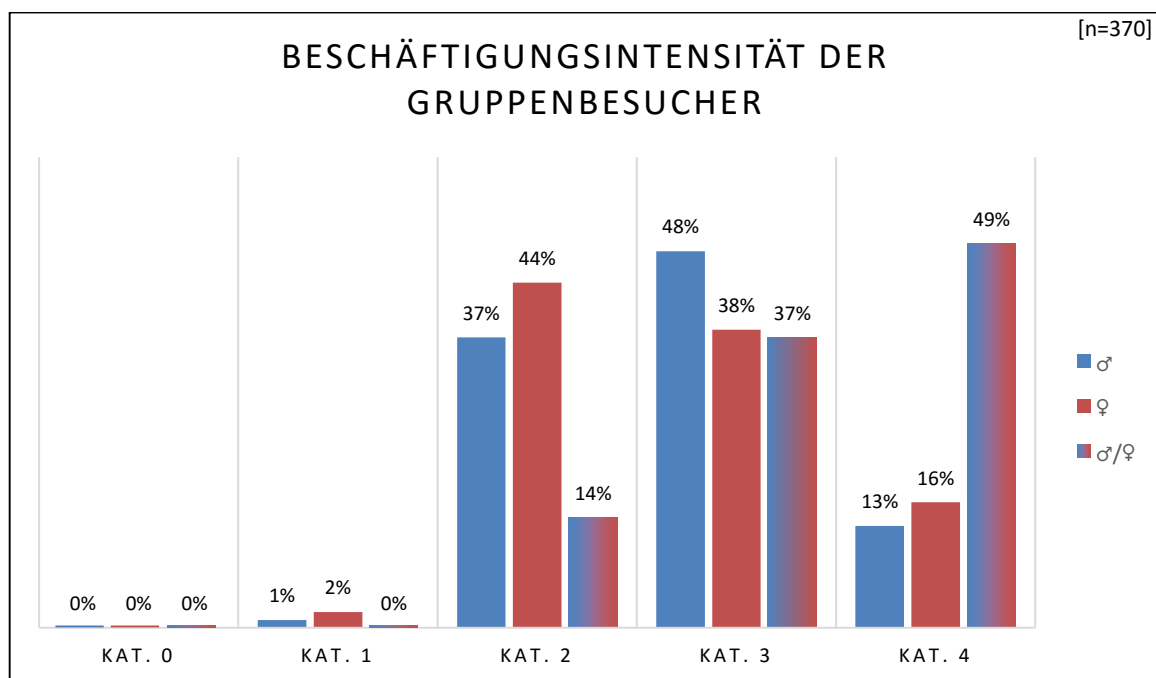


Abbildung 116: Intensität der Besucherinteraktionen als Gruppe am Exponat „Viel Kraft im Hals [1909]“

Das Erreichen der Kategorien 0 und 1 nimmt hierbei mit 0 bzw. 1% bei den untersuchten Besuchergruppen keinen großen Stellenwert ein. Vielmehr sind die Interaktionen an diesem Exponat geprägt von großen Anteilen hoher erreichter Beschäftigungskategorien. In der Summe sind bei 99% der Besucher Tätigkeiten an der Experimentierstation identifiziert worden, die eine Klassifizierung von Kategorie 2 und besser erlaubte.

So erreichten 32% der Besucher bereits Interaktionen der Kategorie 2. Weiterhin konnten bei 41% der Besucher vertiefende Beschäftigungen festgestellt werden. Über ein Viertel der Besucher erreichte an dem Exponat „Viel Kraft im Hals“ mit einem Wert von 26% die höchste Kategorie 4.

Eine genauere Betrachtung der jeweiligen Gruppenzusammensetzung in Bezug auf ihre Geschlechtszugehörigkeit zeigt ein heterogenes Ergebnisbild. So zeigen, wie in Abbildung 117 erkennbar ist, die eingeschlechtlichen Gruppen bei Beschäftigungen der Kategorie 2 mit Werten von 37% (♂) und 44% (♀) deutlich höhere Werte als die gemischtgeschlechtlichen Besuchergruppen mit einem Wert von 14%.



**Abbildung 117:** Intensität der Besucherinteraktionen mit dem Exponat "Viel Kraft im Hals [1909]" getrennt nach Geschlechtern ohne Berücksichtigung der Altersstruktur

Beschäftigungen der Kategorie 3, der vertiefenden Beschäftigung, konnten mit einem Wert von 48% vornehmlich bei den männlichen Besucher beobachtet werden. Sowohl die rein weiblichen als auch die gemischt geschlechtlichen Besuchergruppen erreichten hingegen mit 38% bzw. 37% geringere Werte. In Kategorie 4 dominieren

mit deutlichem Abstand die gemischt geschlechtlichen Gruppen. So lassen sich in diesen Besuchergruppen bei 49% Anzeichen für eine intensive Auseinandersetzung mit dem Exponat entdecken. Die rein männlichen und weiblichen Gruppen sind hingegen mit Werten von 13% (♂) und 16% (♀) weit abgeschlagen.

Beschäftigungen der Kategorie 0 waren bei keiner Besuchergruppe feststellbar. Lediglich bei vereinzelt eingeschlechtlichen Gruppen konnten mit Werten von 1% (♂) und 2% (♀) geringe Interaktionen der Kategorie 1 beobachtet werden.



#### 4.3.5 Gruppenbeobachtungen am Exponat „Beine als Pendel“

Die Zusammensetzung der Gruppen hinsichtlich ihrer Geschlechter zeigt, dass 72% der Besuchergruppen aus nur einem Geschlecht bestehen. 28% der Besucher bilden somit gemischt geschlechtliche Gruppen, um an den Exponaten zu experimentieren.

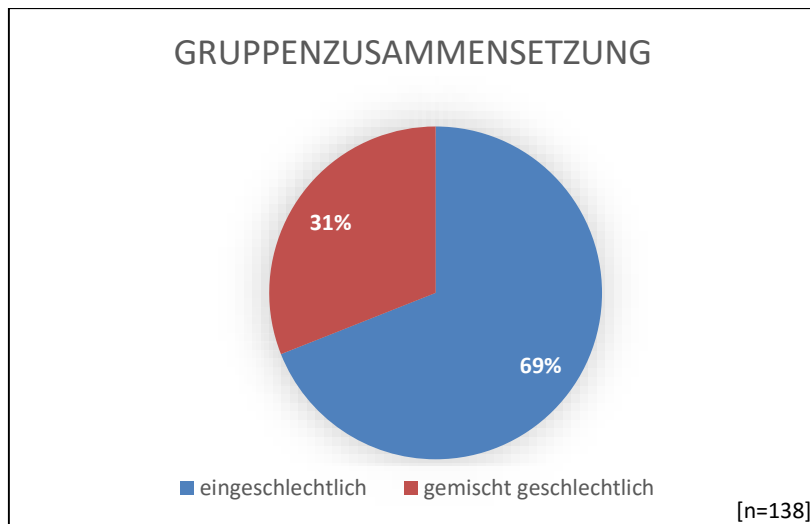


Abbildung 118: Gruppenzusammensetzung bezogen auf das Geschlecht

Die Größe der jeweils mit dem Exponat „Beine als Pendel“ beschäftigten Gruppe betrug überwiegend zwei Personen. So wurden 81% der Gruppen aus zwei Personen gebildet. Gruppen bestehend aus drei Personen wurden von 14% der Besucher gebildet. Weit abgeschlagen vom übrigen Feld bildeten nur 5% der Besucher eine Gruppe mit vier Personen.

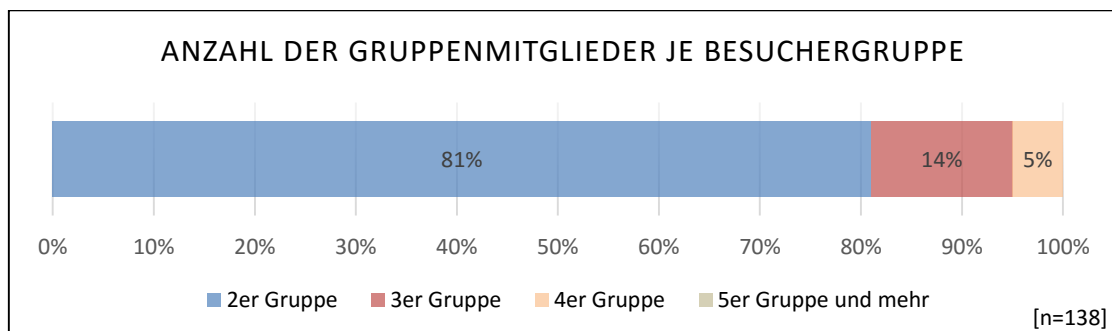
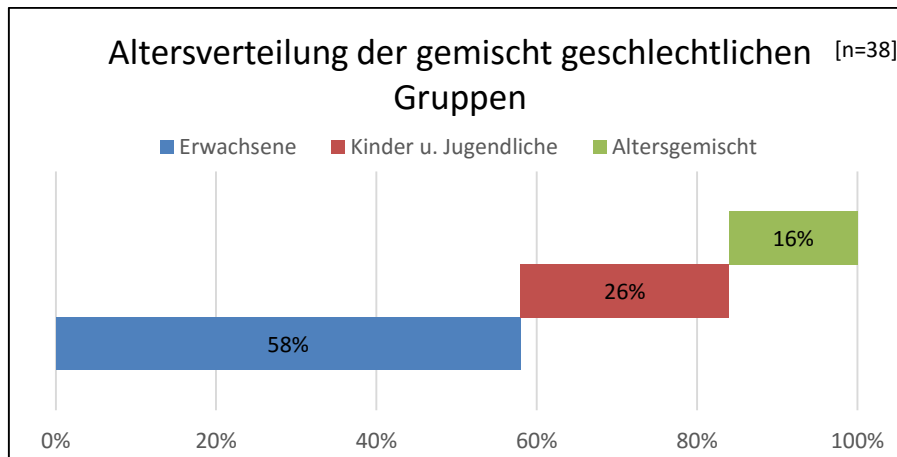


Abbildung 119: Anzahl der Gruppenmitglieder einer Besuchergruppe

Im Gegensatz zu anderen Untersuchungsobjekten konnte an dieser Experimentierstation keine Besuchergruppe mit fünf oder mehr Personen gesichtet werden.



**Abbildung 120: Altersverteilung in den gemischt geschlechtlichen Gruppen**

Abbildung 120 zeigt die Altersverteilung der gemischt geschlechtlichen Gruppen. Mit 58% bildet die Gruppe der Erwachsenen den größten Anteil. Die Gruppe der Kinder und Jugendlichen erreicht mit 26% etwas mehr als ein Viertel. Lediglich 16% der gemischt geschlechtlichen Gruppen werden durch altersgemischte Gruppenmitglieder gebildet.

In Abbildung 121 ist erkennbar, dass die gemischt geschlechtlichen Besuchergruppen allesamt überdurchschnittlich lange am Exponat verweilten und mit ihm interagierten. Beide Geschlechter aus der Gruppe der Kinder und Jugendlichen sind mit Zeiten von 15 Sekunden (♂) und 20 Sekunden (♀) in Bezug auf die Verweildauer deutlich unter dem Durchschnitt. Schließen sich jedoch beide Geschlechter in einer Gruppe zusammen, so verdoppeln sich die Zeiten auf 39 Sekunden.

In der Clustergruppe der Erwachsenen sind die Einzelwerte der Geschlechter (♂=45 Sekunden; ♀=40 Sekunden) zwar über dem Durchschnitt, jedoch erreicht auch diese Clustergruppe in einer gemischt geschlechtlichen Zusammensetzung mit einem Wert von 48 Sekunden eine höhere Verweildauer.

Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang die altersgemischte Gruppe von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen. Besucher männlichen Geschlechts erreichten mit einer Verweildauer von 37 Sekunden einen überdurchschnittlichen Wert, die Besucher weiblichen Geschlechts mit 23 Sekunden eine Zeitdauer, die unterhalb des Durchschnitts liegt. Eine Durchmischung der Gruppe in Bezug auf Geschlecht und Alter lässt die Dauer der durchschnittlichen Interaktion an diesem Exponat auf einen Wert von 31 Sekunden ansteigen – und damit über den Durchschnittswert.

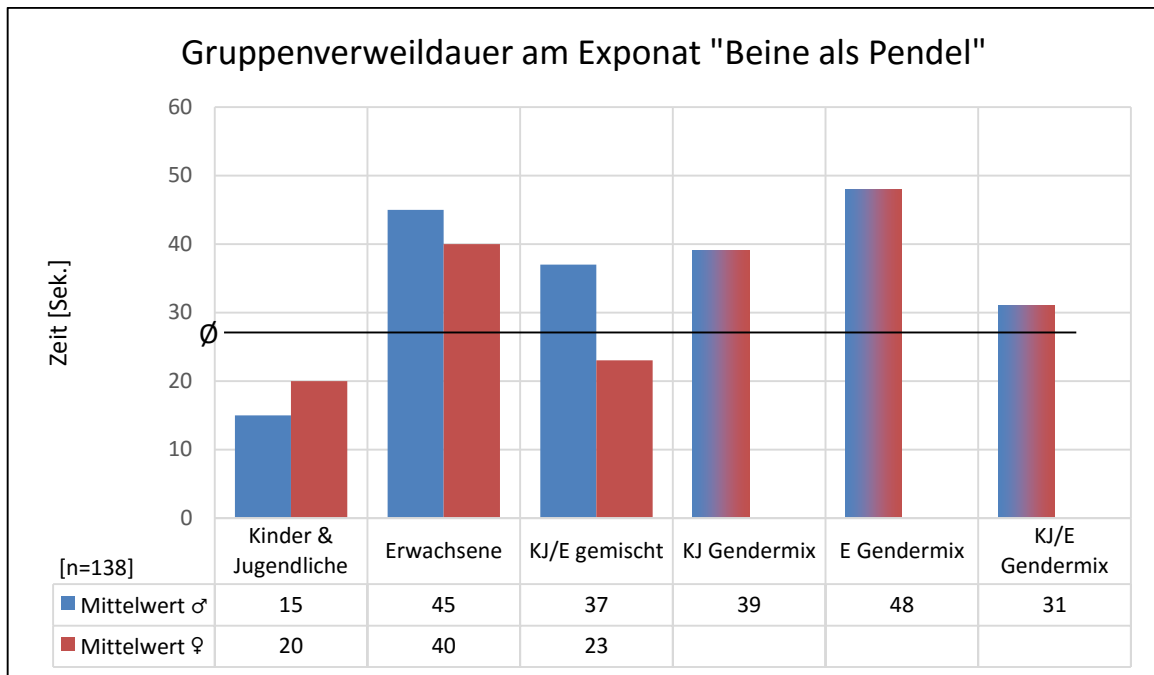


Abbildung 121: Verweildauer von Gruppen am Exponat 1902

Hinsichtlich der Beschäftigungsintensität der Besucher an dem Exponat „Beine als Pendel“ lässt sich erkennen, dass ein großer Teil der Besucher (25%) eher oberflächliche Tätigkeiten der Kategorie 1 vornimmt als sich wirklich intensiv mit dem Exponat zu beschäftigen und das dahinter stehende Phänomen experimentell zu ergründen.

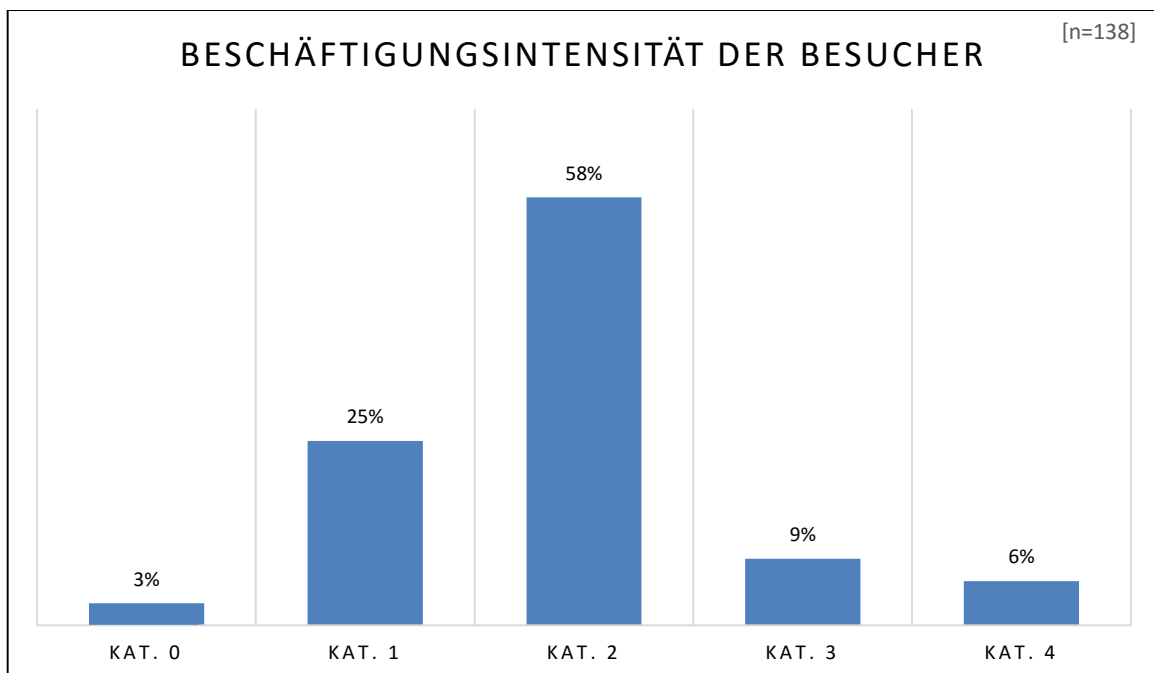


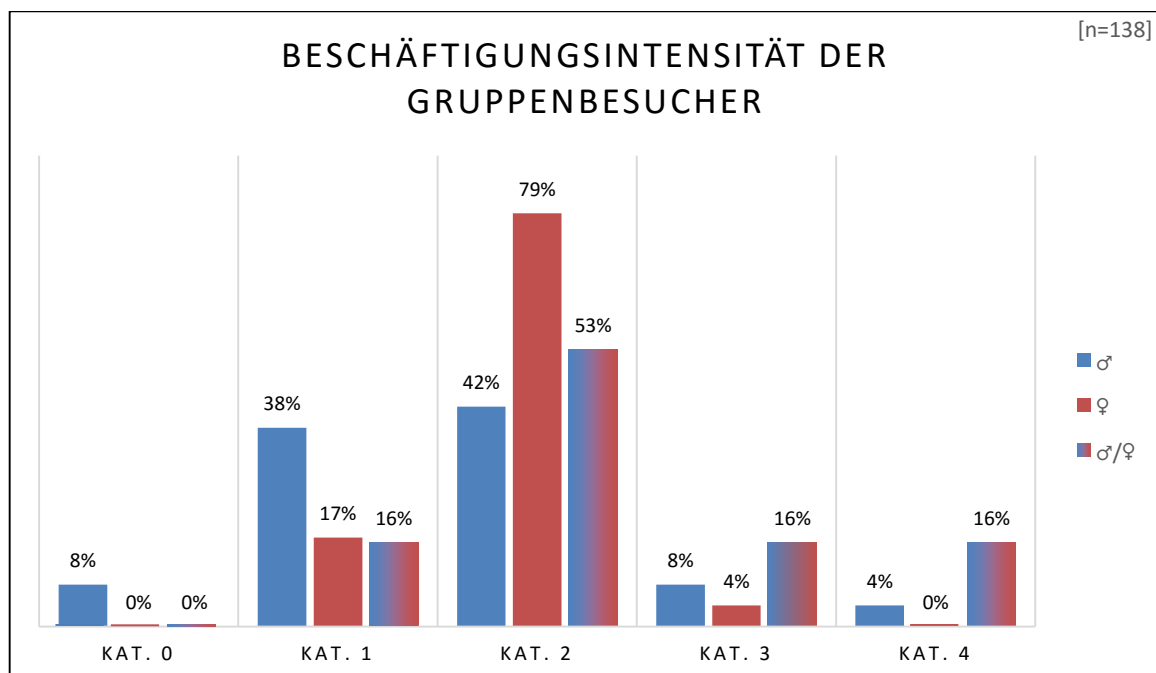
Abbildung 122: Intensität der Besucherinteraktionen als Gruppe am Exponat „Beine als Pendel [1902]“

Des Weiteren konnten im Gegensatz zu den beiden anderen untersuchten interaktiven Experimentierstationen bei 3% der Besucher Verhaltensweisen der Kategorie 0 festgestellt werden.

Merkmale für Interaktionen der Bewertungskategorie 2 konnten bei 58% der Besucher identifiziert werden. Somit bildet diese Kategorie einen deutlichen Verhaltensschwerpunkt seitens der experimentierenden Ausstellungsbesucher.

Lediglich 9% der Besucher beschäftigten sich vertiefend mit dieser Experimentierstation und zeigten hierbei Verhaltensmerkmale der Kategorie 3. Noch geringer war der Anteil der Besucher, die während ihrer Experimentierhandlungen an dem Exponat Merkmale einer durchdringenden Beschäftigung zeigten; lediglich 6% erreichten Beschäftigungsmerkmale der Kategorie 4.

Die genauere Analyse der Gruppen in Hinblick auf ihre jeweiligen Geschlechter ergab, dass ausschließlich männliche Ausstellungsbesucher Tätigkeiten der Kategorie 0 mit einem Wert von 8% vornahmen (Abbildung 123). Geringe Beschäftigungen der Kategorie 1 konnten mit 38% ebenfalls vornehmlich bei Besuchern männlichen Geschlechts nachgewiesen werden. Deutlich niedrigere Werte erreichten in dieser Kategorie die weiblichen (17%) und gemischtgeschlechtlichen Besucher (16%).



**Abbildung 123:** Intensität der Besucherinteraktionen mit dem Exponat "Beine als Pendel [1902]" getrennt nach Geschlechtern ohne Berücksichtigung der Altersstruktur

Mit einem Wert von 79% konnten bei über drei Viertel der weiblichen Besucher vertiefende Beschäftigungen an dem Exponat festgestellt werden. Die männlichen Besucher erreichten mit einem Wert von 42% in dieser Kategorie hinter den gemischt geschlechtlichen Gruppen mit einem Wert von 53% ebenfalls hohe Werte.

In den Kategorien 3 und 4 fällt auf, dass wieder einmal die gemischt geschlechtlichen Besuchergruppen deutlich höhere Werte erreichen konnten als die einzelgeschlechtlichen Besuchergruppen. So erreichten die männlichen Gruppen 8% bzw. 4%, die weiblichen 8% bzw. 0% und die gemischt geschlechtlichen Besuchergruppen jeweils 16%.

Keine der weiblichen Besuchergruppen erreichte Tätigkeitsmerkmale, die eine Kategorisierung in die Kategorie 4 erlaubte.

#### 4.3.6 Gruppenbeobachtungen am Exponat „Gewaltige Masse“

Abbildung 124 zeigt die Zusammensetzung der Besuchergruppen an dem Exponat „Gewaltige Masse“ in Bezug auf ihr Geschlecht:

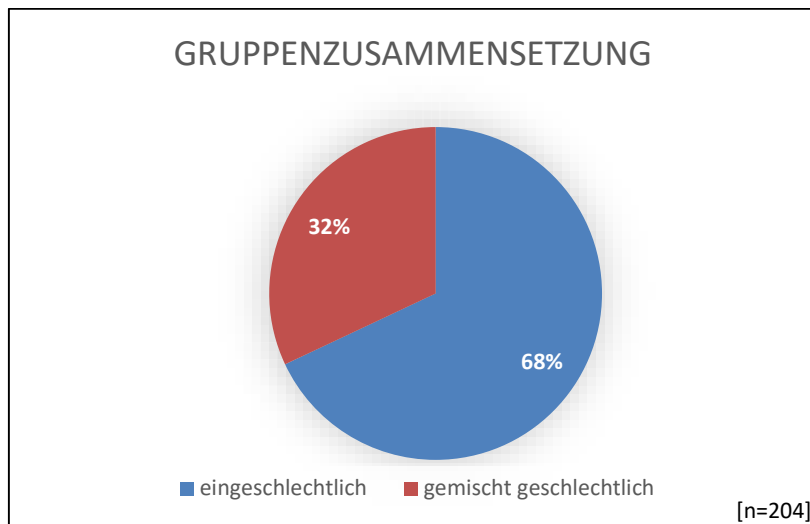


Abbildung 124: Gruppenzusammensetzung bezogen auf das Geschlecht

68% der Besuchergruppen in der Dinosaurierausstellung „Physik der Dinosaurier“ in der Phänomenta Flensburg sind eingeschlechtlich. Hingegen sind 32% der Besuchergruppen gemischtgeschlechtlich zusammengesetzt.

Mit 49% werden fast die Hälfte der Besuchergruppen an dieser interaktiven Experimentierstation aus zwei Personen gebildet. 32% der Gruppen bestehen aus drei Personen. Lediglich 12% der Besuchergruppen bestehen aus vier Personen.

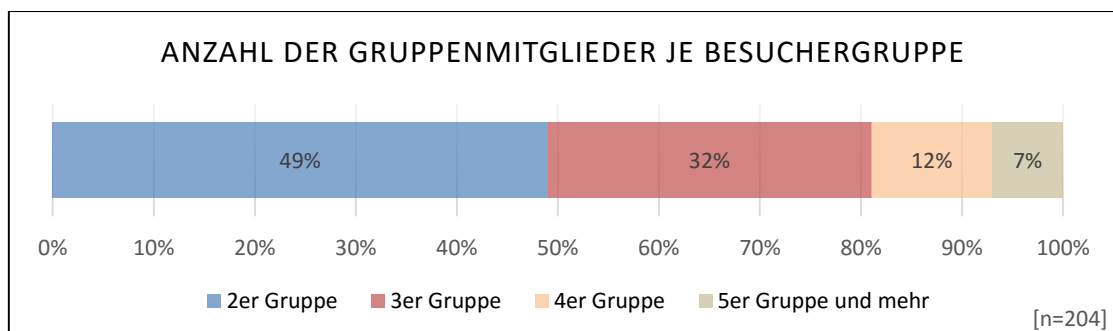
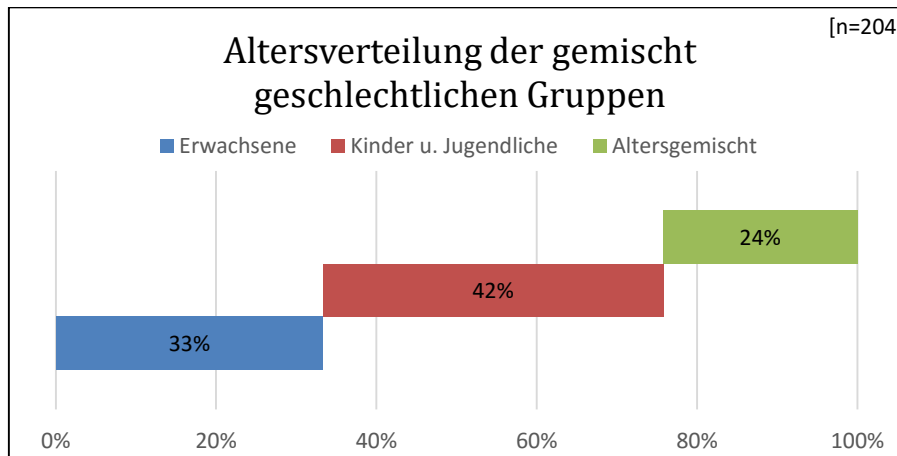


Abbildung 125: Anzahl der Gruppenmitglieder einer Besuchergruppe

Den niedrigsten Wert erreichen die Gruppen bestehend aus fünf oder mehr Personen. Ihr Anteil liegt bei 7%.

Die Analyse des Bildmaterials an diesem Exponat ergab folgende Altersverteilung innerhalb der gemischtgeschlechtlichen Besuchergruppen:



**Abbildung 126:** Altersverteilung in den gemischt geschlechtlichen Gruppen

Ein Drittel der gemischtgeschlechtlichen Besuchergruppen wird durch Erwachsene gebildet (33%). Der Anteil von Kindern und Jugendlichen beträgt an dieser Experimentierstation 42%. Die altersgemischten Gruppen bilden mit 24% den niedrigsten Wert.

Die Verweildauer der männlichen Kinder und Jugendlichen am Exponat „Gewaltige Masse“ lag mit 61 Sekunden im Gegensatz zu den weiblichen Besuchergruppen derselben Altersklasse (99 Sekunden) unterhalb des Durchschnitts. Bei den Gruppen der Erwachsenen lagen beide Geschlechter mit einem Wert von 57 Sekunden ebenfalls unter dem Durchschnittswert von 78 Sekunden.

Bei den gemischten Altersgruppen hingegen erreichten die beiden Geschlechter mit Zeiten von 106 Sekunden bei den männlichen und 134 Sekunden bei den weiblichen Besuchern überdurchschnittlich hohe Verweilzeiten. Auffällig ist bei den Kindern und Jugendlichen sowie bei der gemischtaltrigen Gruppe die starke Dominanz des weiblichen Geschlechts. Bei den rein erwachsenen Gruppen erreichten beide Geschlechter eine Verweildauer von 57 Sekunden.

Die gemischtgeschlechtlichen Gruppen mit Kindern und Jugendlichen lagen mit 86 Sekunden über dem Durchschnitt, ebenso die Gruppen der gemischten Geschlechter- und Altersstrukturen. Sie erreichten eine Verweildauer von 115 Sekunden an dem Exponat 1903. Besuchergruppen bestehend aus gemischtgeschlechtlichen Erwachsenen lagen hingegen mit einem Wert von nur 56 Sekunden unter dem

Durchschnitt und entsprechen vom Niveau her den getrennt geschlechtlichen Gruppen der Erwachsenen mit 57 Sekunden.

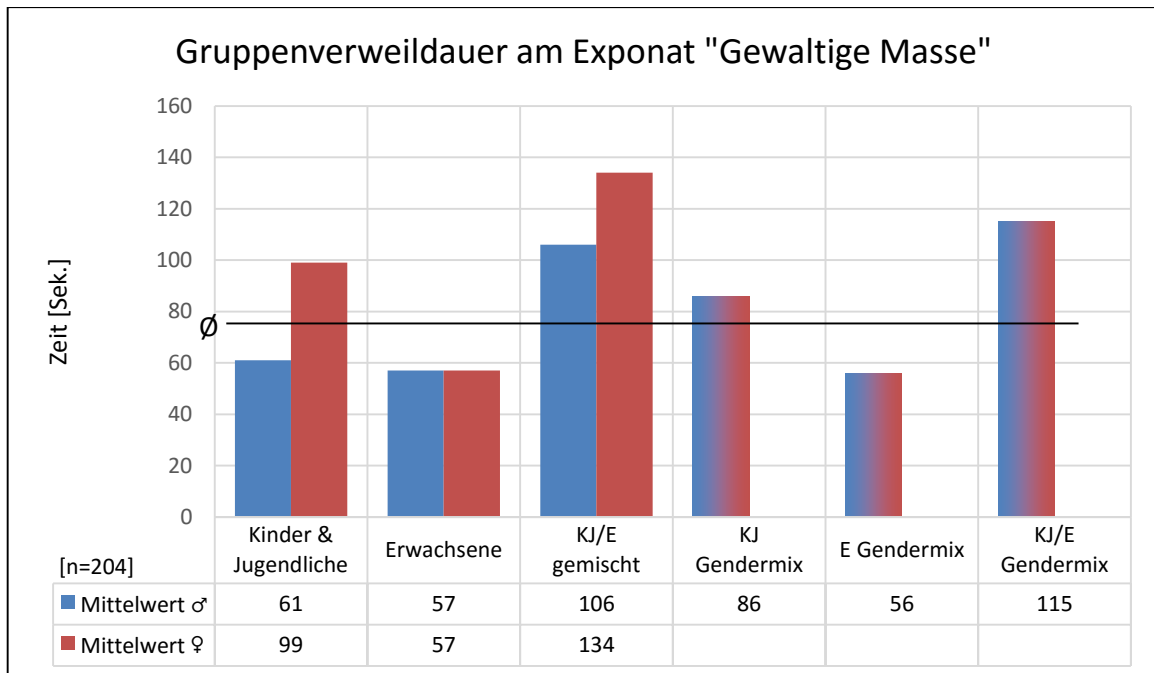


Abbildung 127: Verweildauer von Gruppen am Exponat 1903

Die Auswertung der Videos von den Besuchern an der interaktiven Experimentierstation brachte in Bezug auf die Beschäftigungsintensität folgende Ergebnisse:

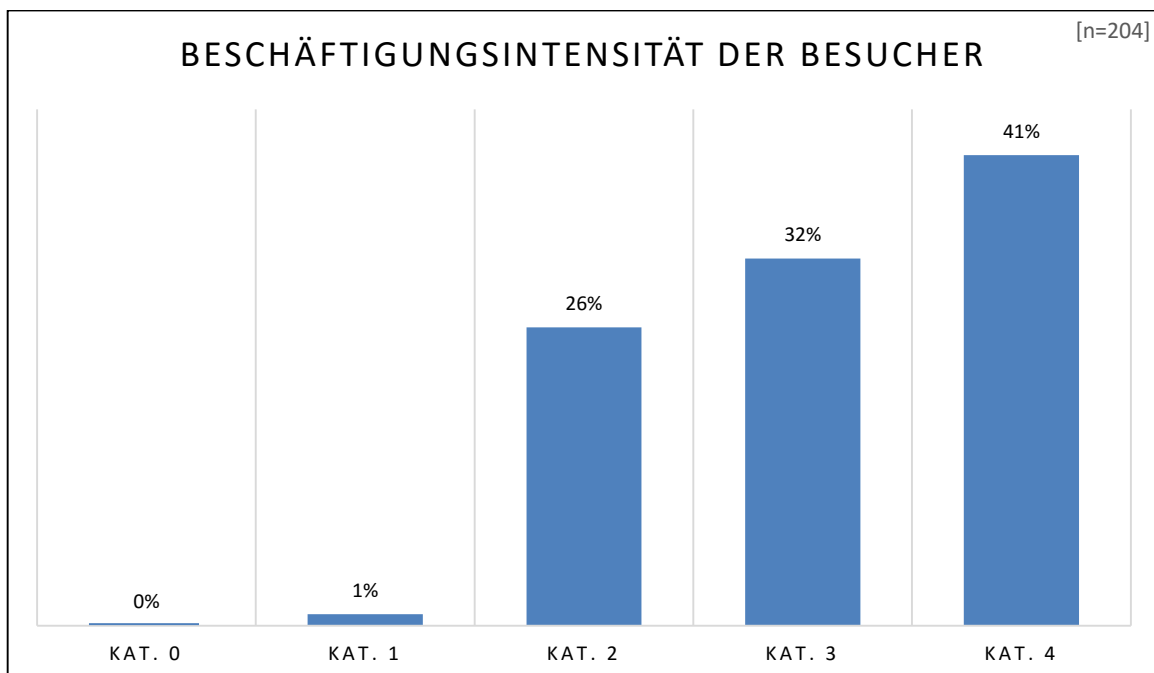


Abbildung 128: Intensität der Besucherinteraktionen als Gruppe am Exponat „Gewaltige Masse [1903]“

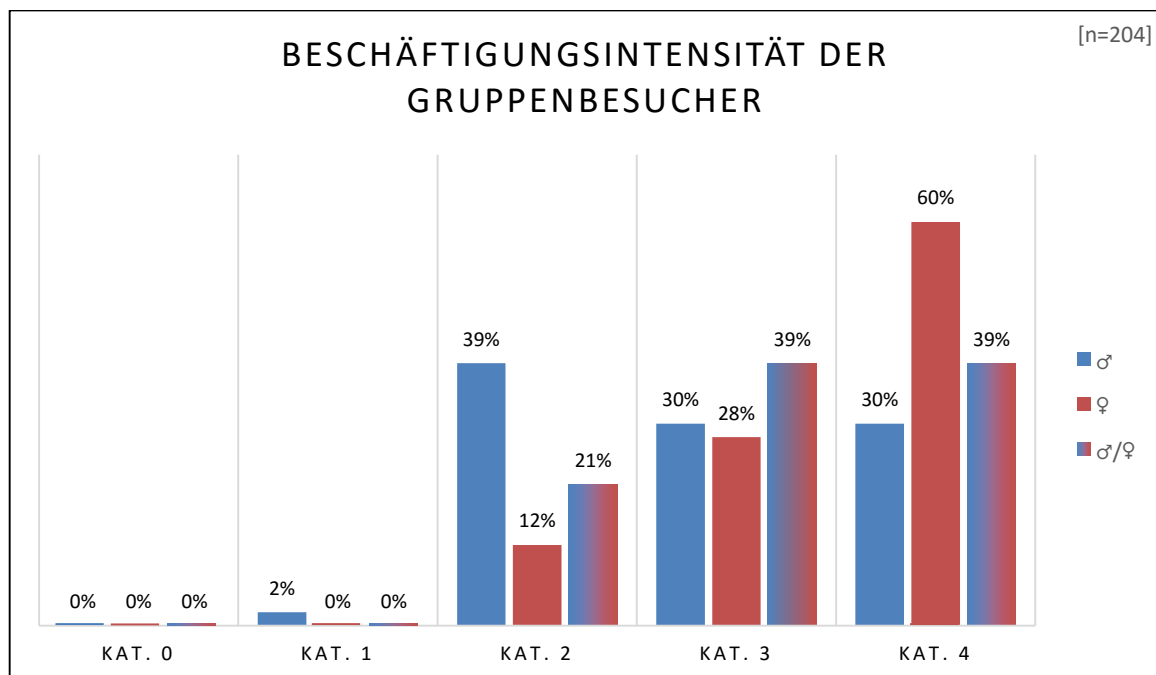


Im gesamten Datensatz konnten keine Besucher identifiziert werden, die sich mit ihrem Verhalten in die Kategorie 0 einordnen ließen. Lediglich 1% der Besucher nutzte das Exponat, um sich einführend mit ihm zu beschäftigen. Somit konnten bei 99% der Besuchergruppen Verhaltensmerkmale aufgezeigt werden, die eine Klassifizierung in die Kategorie 2 oder besser ermöglichte.

Den niedrigsten Wert erreichte hierbei die Kategorie 2 „einführende Beschäftigung“ mit 26%. Merkmale vertiefender Beschäftigungen konnten sogar bei 32% der Besuchergruppen festgestellt und dokumentiert werden.

Auffällig ist der hohe Anteil an Interaktionsmerkmalen, die eine Eingruppierung in die Kategorie 4 ermöglichten. 41% der Besuchergruppen beschäftigten sich somit durchdringend mit der Experimentierstation.

Werden die jeweiligen Interaktionen an dem Exponat auf das vorhandene Geschlecht bezogen, so ergibt sich folgende Verteilung:



**Abbildung 129:** Intensität der Besucherinteraktionen mit dem Exponat "Gewaltige Masse [1903]" getrennt nach Geschlechtern ohne Berücksichtigung der Altersstruktur

An dem Exponat 1903 konnten keine Besucher bei Tätigkeiten beobachtet werden, die der Kategorie 0 zuzuordnen sind. Lediglich 2% der männlichen Besuchergruppen konnten bei geringen Beschäftigungen der Kategorie 1 beobachtet werden.

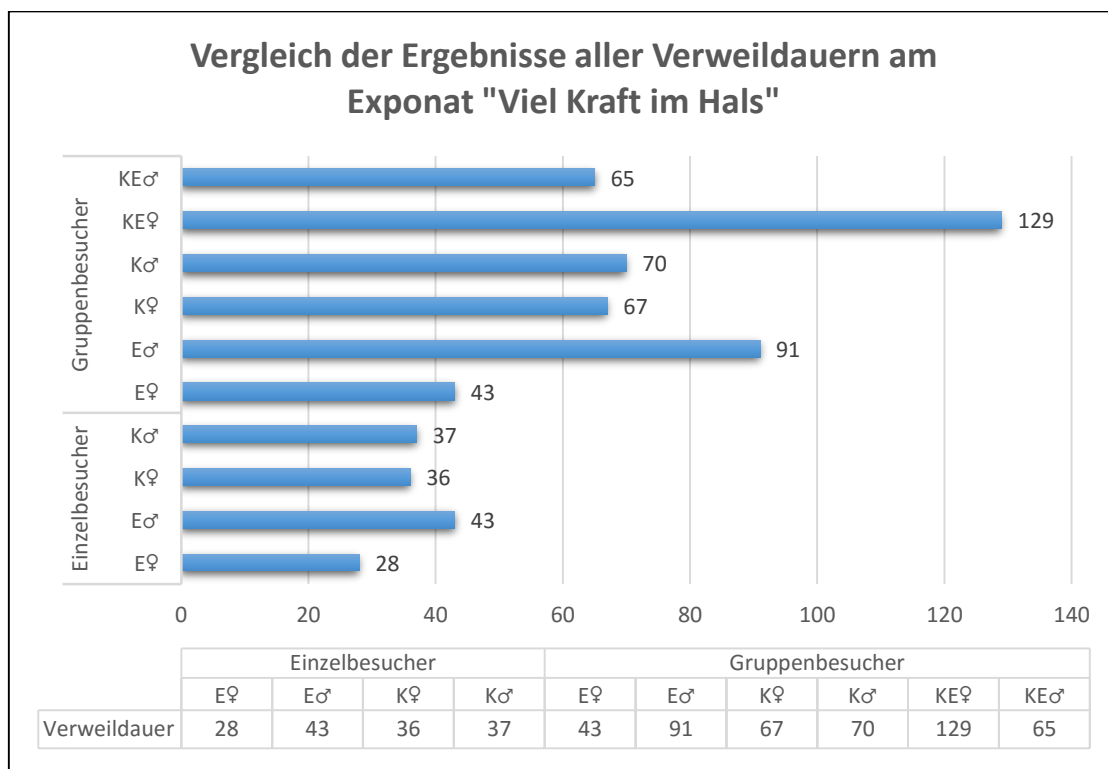
Bei Interaktionen der Kategorie 2 sind die männlichen Gruppen mit einem Wert von 39% deutlich stärker vertreten als die der weiblichen mit 12%.

Gemischtgeschlechtliche Gruppen erreichten einen Wert von 21%. In der Kategorie 3 waren die männlichen Besuchergruppen mit 30% auf einem vergleichbaren Niveau wie die weiblichen (28%). Den höchsten Wert erreichten in dieser Kategorie die gemischtgeschlechtlichen Gruppen mit 39%.

Beschäftigungen der Kategorie 4 wurden deutlich durch die weiblichen Besuchergruppen dominiert. Sie erreichten einen Wert von 60%; die männlichen Gruppen hingegen nur 30%. Die gemischtgeschlechtlichen Gruppen erreichten mit 39% ebenfalls einen hohen Wert. Auch an diesem Exponat kann festgehalten werden, dass sich die Interaktionen der gemischtgeschlechtlichen Gruppen auf einem hohen Wertenniveau bewegen.

#### 4.3.7 Zusammenfassung zur Verweildauer und Beschäftigungsintensität

Im Vergleich der Verweildauer an den drei betrachteten Exponaten der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ über alle Geschlechts- und Altersgruppen hinweg zeigen die Abbildungen 130 - 132 eine deutlich erhöhte Verweildauer bei einer Nutzung innerhalb einer Gruppe.



**Abbildung 130:** Verweildauer aller Besucher am Exponat „Viel Kraft im Hals“

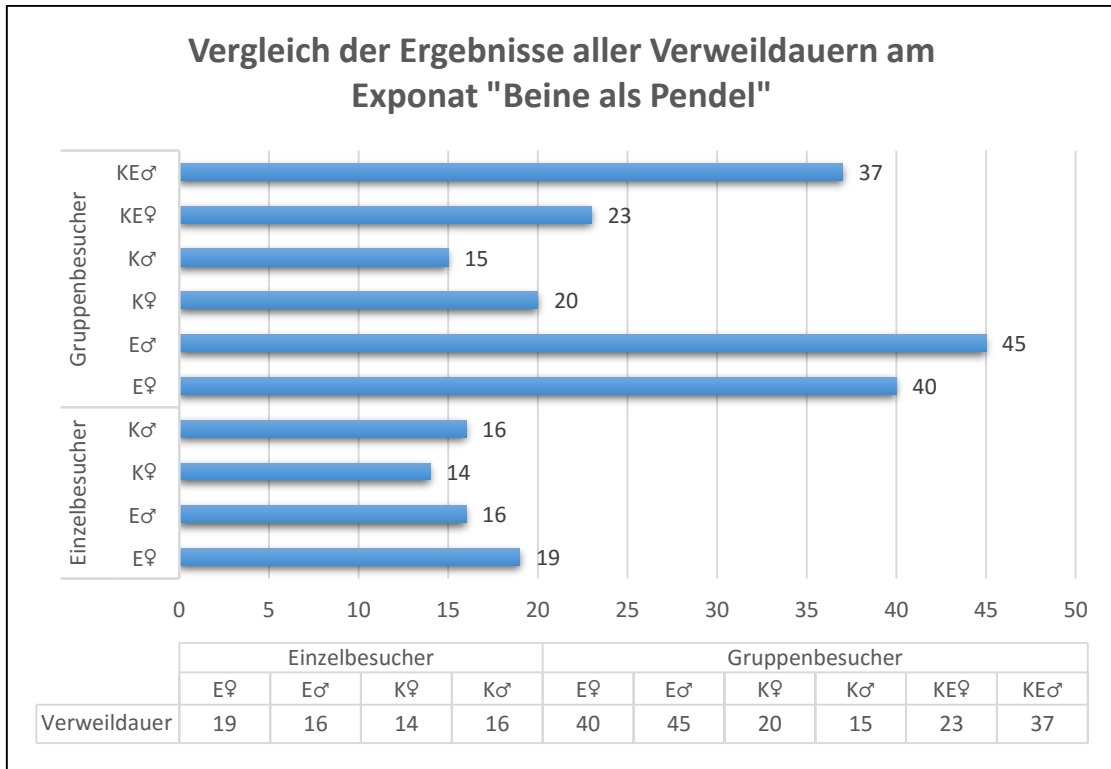


Abbildung 131: Verweildauer aller Besucher am Exponat „Beine als Pendel“

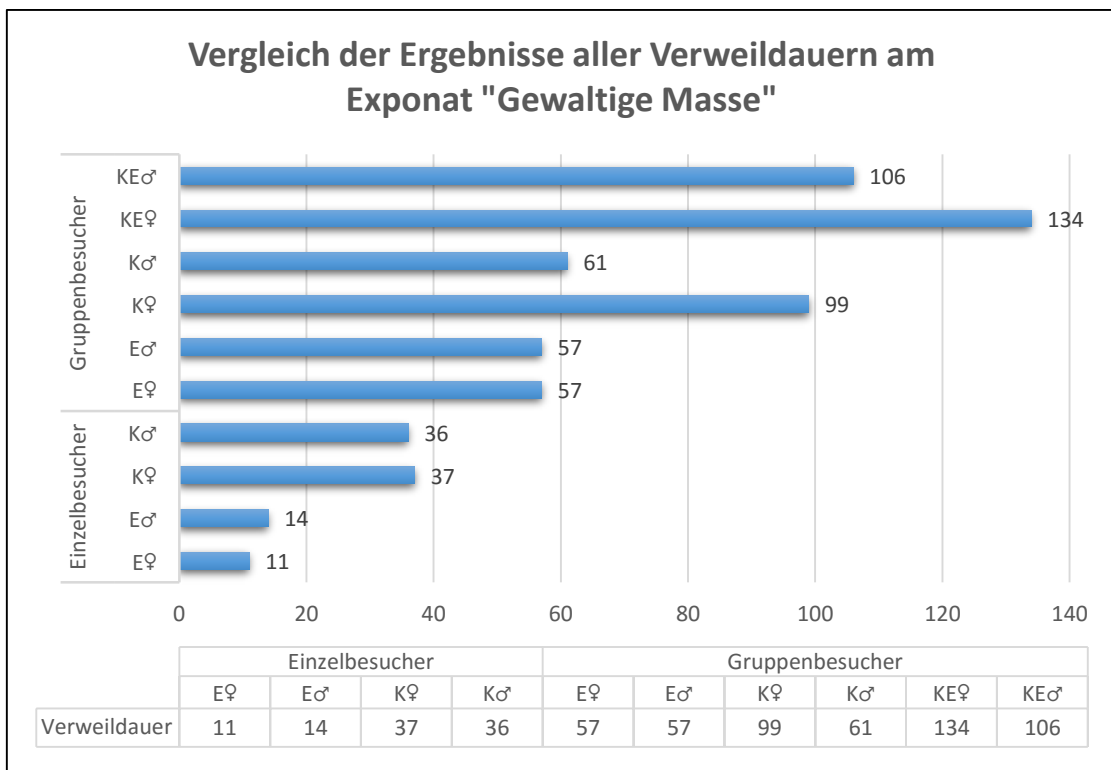
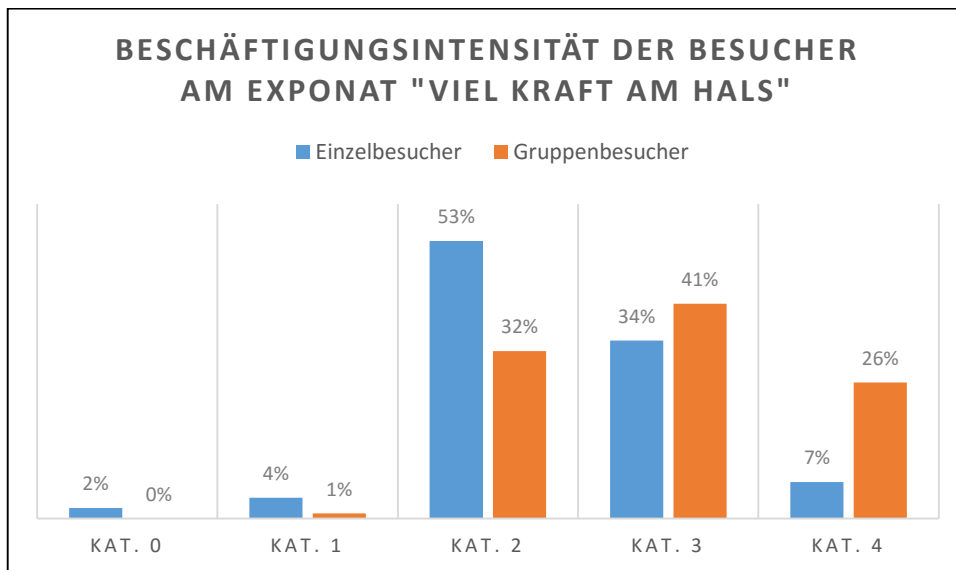
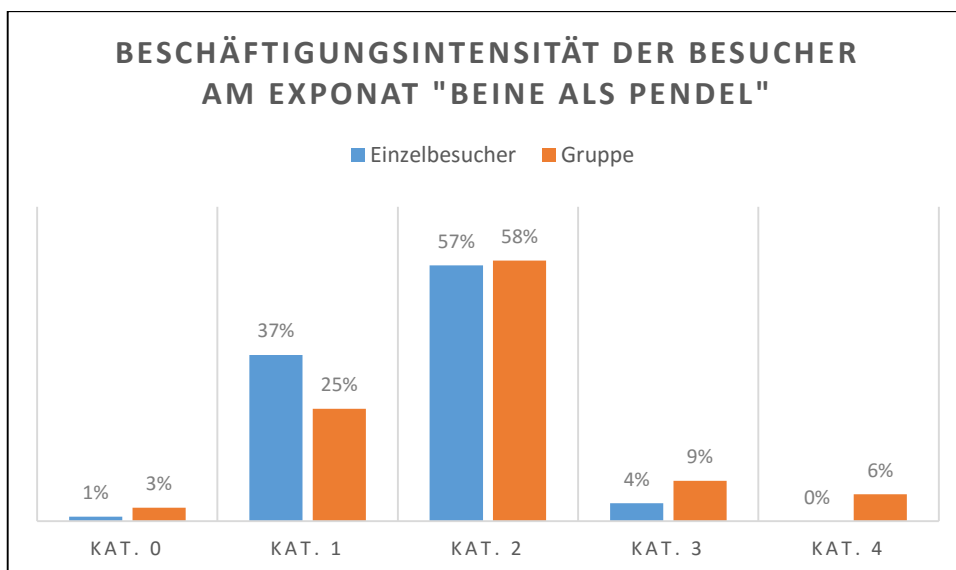


Abbildung 132: Verweildauer aller Besucher am Exponat „Gewaltige Masse“

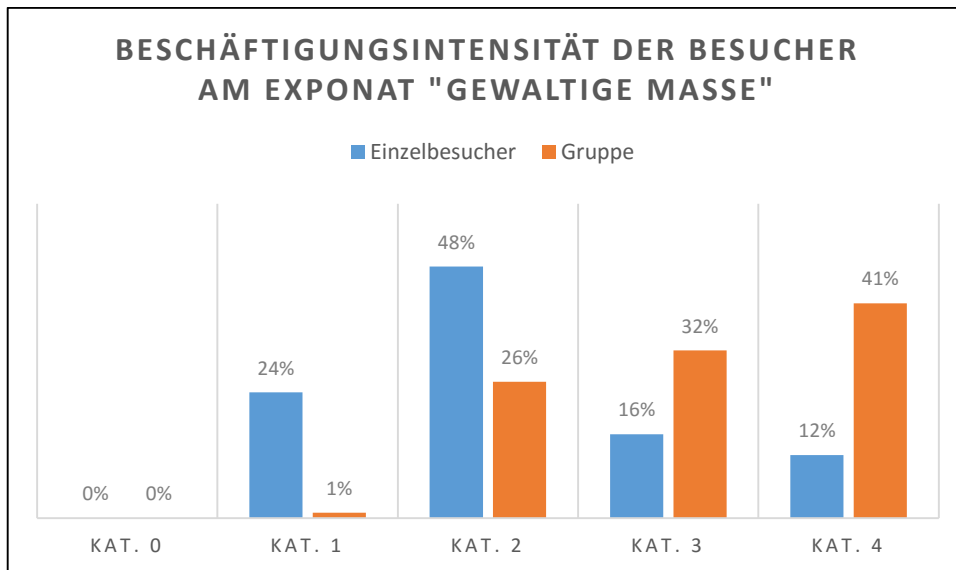
Ebenfalls deutlich erkennbar sind die in den Abbildungen Nummer 133 – 135 dargestellten erreichten Beschäftigungskategorien. An allen drei betrachteten Exponaten wurden bei Interaktionen innerhalb einer Gruppe zum Teil deutlich höhere Kategoriewerte erreicht als als Einzelbesucher. Insbesondere die Anzahl an Interaktionen der Kategorie 4 hat gegenüber dem Besuch als Einzelperson deutliche Zuwächse erfahren können.



**Abbildung 133:** Beschäftigungsintensität der Besucher am Exponat „Viel Kraft am Hals“

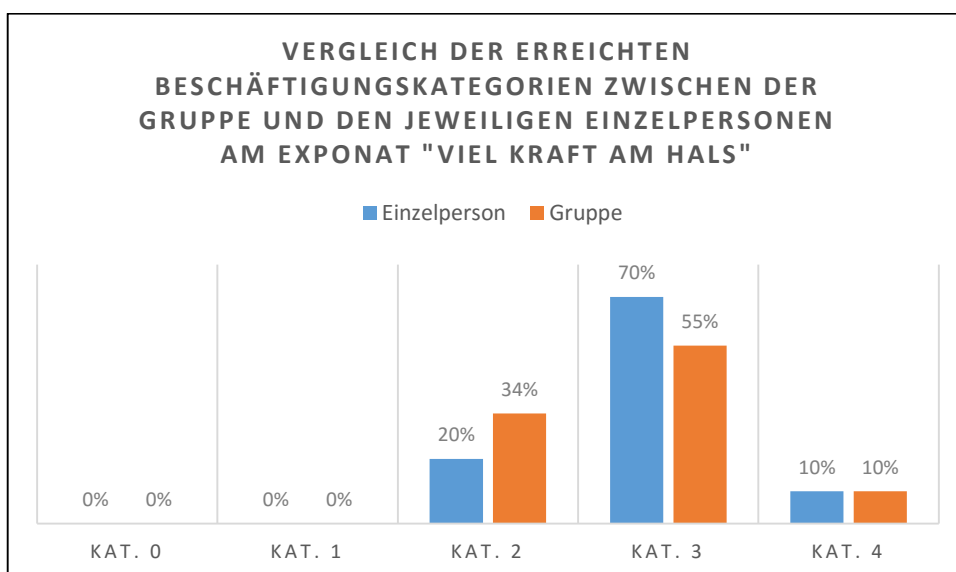


**Abbildung 134:** Beschäftigungsintensität der Besucher am Exponat „Beine als Pendel“

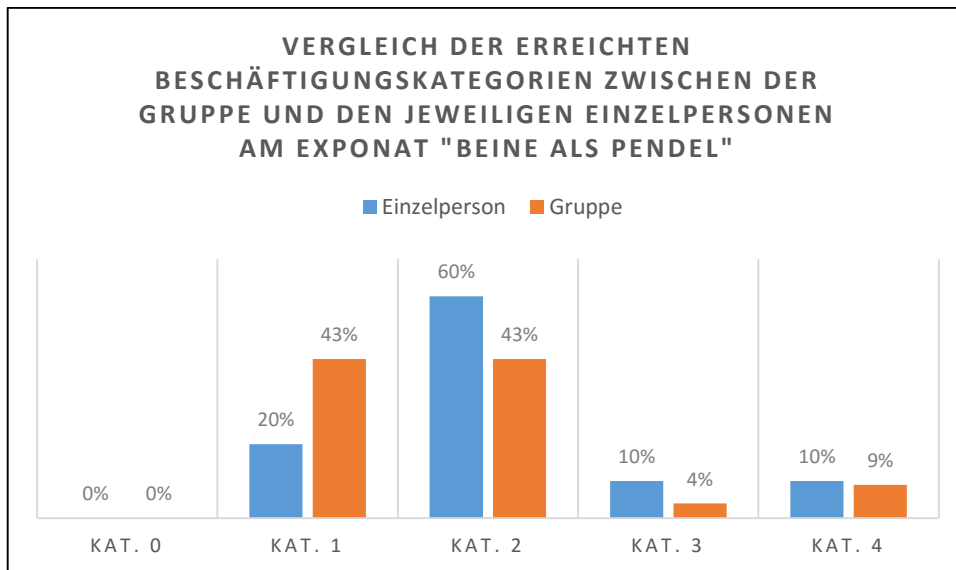


**Abbildung 135:** Beschäftigungsintensität der Besucher am Exponat „Gewaltige Masse“

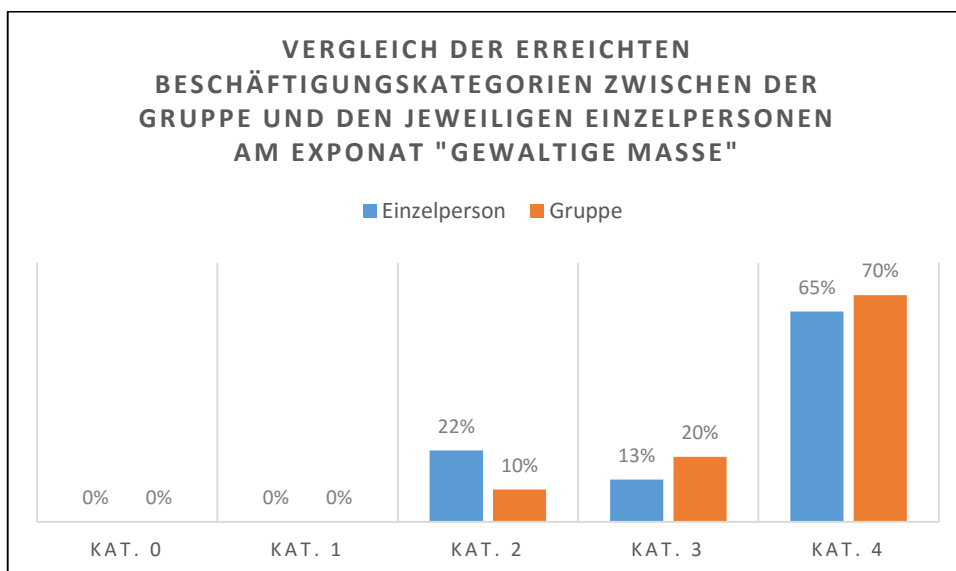
In der Gesamtbetrachtung einer Gruppe wurde bisher immer die Gruppe als Einheit gesehen. Wie verhält es sich jedoch mit den einzelnen Individuen innerhalb einer Gruppe? Können alle Gruppenmitglieder in gleichem Maße von dem Erreichten der höheren Beschäftigungskategorie mit der Gruppe profitieren? Einen Vergleich bietet eine Stichprobenanalyse der Gruppeninteraktionen an den drei ausgewählten Exponaten. Um etwaige Tendenzen absehen zu können, wurden hierfür mittels vom Verfasser geschriebenen Zufallsgenerators 30 Filmsequenzen ausgewählt und jedes Einzelmitglied der Besuchergruppe einzeln mittels Kategoriensystems erfasst und bewertet. Abbildungen Nummer 136 - 138 stellen die Ergebnisse dar.



**Abbildung 136:** Vergleich von Einzelpersonen und deren Gruppen in Bezug auf ihre Interaktion am Exponat „Viel Kraft am Hals“



**Abbildung 137:** Vergleich von Einzelpersonen und deren Gruppen in Bezug auf ihre Interaktion am Exponat „Beine als Pendel“



**Abbildung 138:** Vergleich von Einzelpersonen und deren Gruppen in Bezug auf ihre Interaktion am Exponat „Gewaltige Masse“

Anhand der Abbildungen sind deutlich vergleichbare Tendenzen aller erreichten Beschäftigungskategorien durch die Phänomentabesucher erkennbar. Daraus lässt sich schließen, dass bei einer Interaktion mit einer Gruppe die gesamte Gruppe einen positiven Nutzen aus dem Handeln zieht und nicht nur einzelne Personen innerhalb der Gruppe. Allerdings erreichen nicht zwingend alle Gruppenmitglieder die gleiche Kategorie bzw. Intensität der Auseinandersetzung mit dem Ausstellungsobjekt, jedoch lassen sich in der Regel ähnlich hohe Werte feststellen.

## 5. Diskussion

Die abschließende Betrachtung der in Kapitel 4 dargestellten Ergebnisse von Besucherinteraktionen in dem Science-Center „Phänomenta Flensburg“ unter Berücksichtigung der im Vorwege dieser explorativen Studien formulierten Hypothesen erfolgt im weiteren Verlauf dieses Kapitels. Im Rahmen der Diskussion werden auch weitere dem Verfasser wichtig erscheinende Aspekte dieser Studie außerhalb der reinen Hypothesenverifizierung thematisiert. Die für diese Untersuchung formulierten Hypothesen werden in einem ersten Schritt noch einmal dargestellt und mittels der eigenen Untersuchungsergebnisse überprüft. Sofern geeignete Studien vorliegen, werden die eigenen Untersuchungsergebnisse mit Erkenntnissen anderer Autoren verglichen.

Bei der Überprüfung der Hypothesen zeigen sich folgende Ergebnisse:

### Hypothese 1:

*„Beim selbstgesteuerten Lernen an Hands-On-Exponaten in der Phänomenta bleibt die in der Literatur beschriebene „museum fatigue (Museumsmüdigkeit)“ zum Ende eines Ausstellungsbesuchs aus.“*

Eigene Beobachtungen sowie subjektive Vermutungen aus dem kollegialen Umfeld deuteten bereits auf das Ausbleiben einer „Museumsmüdigkeit“ bei einem Phänomentabesuch hin. Sowohl die Abbildung 94 als auch die Abbildungen 95 bis 97 zeigen im gesamten Verlauf des Ausstellungsbesuchs keine deutlichen Anzeichen der u. a. von Gilman (1916) und von Falk (1985) als vierte Phase eines Museumsbesuchs dargestellten sowie von Klein/Bachmeyer (1981) als „Museumsmüdigkeit“ übersetzten „museum fatigue“. Die in der Literatur beschriebenen Anzeichen wie eine ansteigende körperliche Ermüdung einhergehend mit einer gleichzeitig nachlassenden geistigen Aufnahmebereitschaft können auf Basis der für diese Studien vorliegenden Ergebnisse für die Ausstellung der Phänomenta Flensburg mit ihren zahlreichen interaktiven Experimentierstationen nicht nachgewiesen werden.

Über den gesamten zeitlichen Verlauf des Ausstellungsbesuchs lässt sich eine vergleichbare Beschäftigungsintensität in den einzelnen untersuchten Dritteln von allen Clustergruppen feststellen. So zeigen sich tendenziell ähnliche durchschnittliche

Verteilungswerte zu den jeweiligen erreichten Beschäftigungskategorien. Eine unter Umständen mit der „Museums Müdigkeit“ einhergehende Zweckentfremdung der dargebotenen interaktiven Experimentierstationen, resultierend aus dem Vorhandensein von Ermattungserscheinungen, lässt sich durch das Ausbleiben eines Anstiegs in den letzten beiden Dritteln von Besucherinteraktionen der Kategorie 0 nicht darstellen. Vielmehr können Interaktionen der höheren Kategorien auch in den letzten beiden Dritteln festgestellt werden. Der hohe Grad an Interaktionsmöglichkeiten an den Ausstellungsobjekten der Phänomenta Flensburg, verbunden mit dem Fehlen von Anzeichen einer „Museums Müdigkeit“, lässt den Schluss zu, dass insbesondere die Art der Exponate – in der Regel „Hands-On-Exponate“ – einen positiven Einfluss auf die anhaltend konzentrierte Auseinandersetzung mit den dargebotenen Lerngelegenheiten hat. Zusätzlich verzichtet die Phänomenta an ihren Experimentierstationen auf verschriftlichte Erklärungen. Vielmehr haben die Objektbeschriftungen für den Besucher einen auffordernden Charakter, das präsentierte Phänomen zu ergründen und mit dem Hands-On-Exponat zu interagieren. Das Nichtvorhandensein von langen Erklärungen und kunstvoll ausgestalteten Texten unterscheidet die Phänomenta Flensburg auch konzeptionell von vielen anderen Einrichtungen. Das Fehlen von Texten an den Exponaten könnte daher schon ein Grund sein, dass die in der vierten und letzten Phase von Falk (1985) im Rahmen der „museums fatigue“ beschriebene nachlassende Lesebereitschaft von Texten an den Ausstellungsobjekten als Folge der kognitiven Ermattungserscheinungen ausbleibt. Durch das Ausbleiben der Museums Müdigkeit lässt sich u. a. die zum Teil sehr lange Verweildauer mit über vier Stunden in der Ausstellung erklären. Die im Verlauf der Untersuchung festgestellten und dokumentierten Höchstwerte für Besuche der Phänomenta Flensburg lagen bei über 7 Stunden.

**Kleinere Schwankungen innerhalb der jeweils untersuchten Clustergruppen untereinander sind auf Grund ihrer Größe zu vernachlässigen. Daher kann die angeführte Hypothese 1 als „wahr“ bestätigt werden.**

Obwohl sehr deutlich in diesem Zusammenhang keine Ermüdungsanzeichen feststellbar waren, kann nicht zwingend von einer generalisierten Aussage für alle Einrichtungen mit Hands-On-Exponaten gesprochen werden. Gerade die Heterogenität der jeweiligen Einrichtungen in Hinsicht auf ihre Besucherklientel und



die individuelle thematische und inhaltliche Ausgestaltung der Einrichtungen erschweren eine Vergleichbarkeit und die unreflektierte Übertragbarkeit (NOSCHKA-ROOS 1994). Die in dieser Studie gewonnenen Ergebnisse gelten im Speziellen für Einrichtungen, die dem puristischen pädagogischen Konzept der Phänomenta folgen und es ausgestalten. Im Vordergrund steht dabei immer die Darstellung des Phänomens in seiner Klarheit, ohne ablenkende optisch anziehendes Effekte, sowie der durchgängige Verzicht auf Beschilderungen und Erklärungen.

Vergleicht man die Phänomenta Flensburg mit weiteren Einrichtungen – insbesondere mit anderen Science Centern – so fällt auf, dass die Phänomenta Flensburg auch außerhalb der in dieser Studie betrachteten Form als attraktiv und gewinnbringend für den Besucher bewertet werden kann. Ausgehend von den in Abschnitt 4.2 beschriebenen Ergebnissen erfolgt ein bewertender Vergleich in Anlehnung an die von Serrel (2010) verwendeten und beschriebenen Methoden. Mittels dieser Informationen werden die für die Phänomenta Flensburg ermittelten SRI<sup>23</sup> und %DV<sup>24</sup>-Werte hinsichtlich ihrer Ausstellungsqualität verglichen. Abbildung 139 zeigt hierbei die Position der Phänomenta Flensburg im direkten Vergleich mit den von Serrel (2010) und anderen Autoren untersuchten 50 Einrichtungen in den USA.

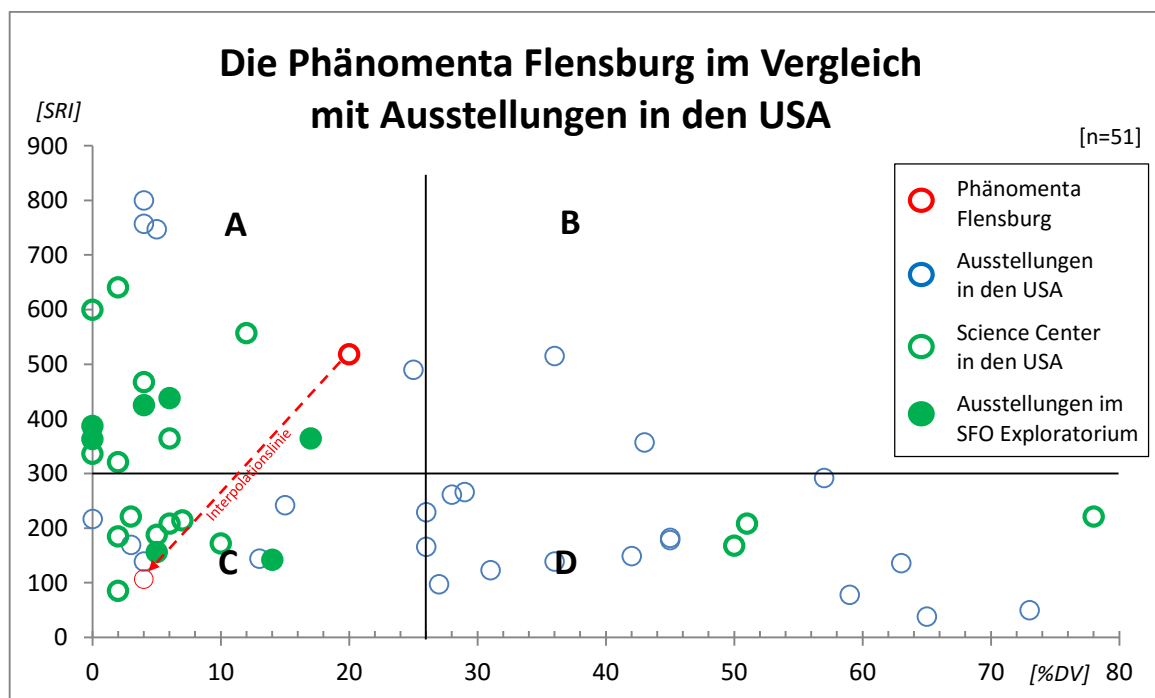


Abbildung 139: Meta-Scattergramm nach Serrel (2010) unter Bezugnahme auf die von Serrel veröffentlichten Daten

<sup>23</sup> Sweep rate index: Ausstellungsfläche (in Quadratfuß) geteilt durch die durchschnittliche Gesamtnutzungszeit

<sup>24</sup> Diligent visitors: Anteil der Besucher, die mind. 50% der Ausstellungsobjekte genutzt haben.

Die jeweiligen Quadranten in der Abbildung 139 stellen hierbei folgenden Sachverhalt dar:

Quadrant A: SRI von 300 und mehr, %DV kleiner als 26:

Die überwiegende Mehrheit der Ausstellungsbesucher/innen nutzt zum Teil deutlich weniger als die Hälfte der in der Ausstellung dargebotenen Exponate. Bezogen auf die jeweilige Ausstellungsgröße kommt es nur zu einer zeitlich mäßigen Auseinandersetzung mit den einzelnen Ausstellungsobjekten. Es gilt hierbei, je höher der Sweep-Rate-Index, desto weniger Zeit, bezogen auf die Ausstellungsfläche, setzen sich die Besucher aktiv mit den Exponaten auseinander (Verweildauer an den Exponaten).

Quadrant B: SRI von 300 und mehr, %DV mehr als 26

Die Besucher/innen sind in der Regel sehr engagiert und nutzen über die Hälfte der angebotenen Ausstellungsobjekte bei ihrem Ausstellungsbesuch. Allerdings ist auch bei ihnen eine geringere Verweildauer an den jeweiligen Exponaten festzustellen – erkennbar an den erhöhten Werten des Sweep-Rate-Index.

Quadrant C: SRI kleiner als 300, %DV kleiner als 26

Die überwiegende Mehrheit der Besucher/innen verbringt viel Zeit mit den ihnen dargebotenen Ausstellungsobjekten. Dies geht allerdings zu Lasten der Anzahl an genutzten Exponaten. Es werden weniger als 50% der Ausstellungsstücke durch den Besucher aufgesucht und genutzt. Hierbei gilt, je niedriger der DV%-Wert, desto weniger Exponate wurden durch die Besucher aufgesucht.

Quadrant D: SRI kleiner als 300, %DV mehr als 26

Die Besucher/innen nutzen durchschnittlich über die Hälfte der dargebotenen Ausstellungsobjekte. Für ihre Auseinandersetzung mit den Exponaten nehmen sie sich viel Zeit – erkennbar am niedrigen Sweep-Rate-Index.

Bei der Interpretation dieser Grafik muss allerdings beachtet werden, dass für die Ermittlung der Daten jeweils nur Teilaspekte bzw. einzelne Ausstellungen innerhalb der jeweiligen Einrichtungen untersucht worden sind. Es kommt daher aufgrund der zu berücksichtigenden großen Gesamtausstellungsfläche der im Ganzen betrachteten

Phänomenta zu einer Verzerrung der SRI-Werte. Unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Ausstellungsflächen aller untersuchten Einrichtungen lässt sich eine lineare Interpolation für die Werte der Phänomenta Flensburg vornehmen. Im Ergebnis zeigt sich, dass die Phänomenta im Vergleich zu den internationalen Schwergewichten in der Szene der Science Center gut aufgestellt ist.

Des Weiteren ist bei der Interpretation der Punkte im Quadranten „D“ zu berücksichtigen, dass die Gesamtzahl an Exponaten in der Ausstellung einen entscheidenden Einfluss auf den %DV-Wert hat. So enthält die Ausstellung „Playground“ im The Tech Museum of Innovation in San José, die im Quadranten „D“ einen %DV-Wert von 78 hat, nur 7 Ausstellungsobjekte. Bei 7 Ausstellungsobjekten dürfte es Besuchern daher leicht fallen mehr als 50% der Exponate bei ihrem Besuch zu nutzen.

#### Hypothese 2:

*„Mädchen experimentieren ausdauernder und zielgerichteter an den Experimentierstationen als Jungen.“*

Betrachtet man zur Überprüfung dieser Hypothese die Anzahl der in der Ausstellung durch die Besucher aktiv im Sinne einer Interaktion genutzten Experimentierstationen getrennt nach Geschlechtern, so weisen, wie in den Abbildungen 90 und 91 dargestellt, die Ergebnisse für Kinder und Jugendliche auf eine deutlich höhere Aktivität des weiblichen Geschlechts hin. Die Anzahl der genutzten Exponate in der Clustergruppe der Mädchen ist gegenüber der Gruppe der Jungen mit 58 zu 47 sichtlich erhöht. Mit zunehmendem Alter invertiert sich allerdings das Ergebnis beider Geschlechter zu einem Verhältnis von 49 zu 58. Unter Hinzuziehung einer weiteren Untersuchungsvariable, der individuellen Verweildauer während der Interaktion an dem Ausstellungsobjekt, lässt sich bei dem weiblichen Geschlecht und hier insbesondere in der Altersgruppe der Mädchen ein erkennbar höherer Wert als bei den Besuchern männlichen Geschlechts konstatieren. Die zusammengestellten Ergebnisse in Tabelle 60 zeigen noch einmal deutlich die geschlechtsspezifischen Unterschiede.

Ebenso wird in der Abbildung 92 deutlich, dass im Gegensatz zu den anderen untersuchten Clustergruppen insbesondere die Mädchen bereits besuchte Exponate erneut aufsuchen, um an ihnen weiter zu experimentieren.

Wird hingegen noch der Besuch in Bezug auf die Besuchsdauer und die Anzahl an Interaktionen mit den Experimentierstationen bzw. jeweiligen durchschnittlichen Verweildauern an den Exponaten betrachtet, so fällt auf, wie in Abbildung 93 ersichtlich ist, dass die Mädchen und Frauen gerade im letzten Drittel ihres Phänomentabesuchs deutlich mehr Zeit mit der aktiven Auseinandersetzung an einer interaktiven Experimentierstation verbringen als die Besucher des männlichen Geschlechts.

Berücksichtigt man zusätzlich die Abbildung 94, so fällt auf, dass die weiblichen Besucher in der Gruppe der Kinder und Jugendlichen, insbesondere in den höheren Beschäftigungskategorien, gegenüber der Clustergruppe der Jungen eine leichte Tendenz zu einer intensiveren Auseinandersetzung mit den Exponaten zeigen. Insbesondere im letzten Besuchsdrittel wird in der Kategorie 3 ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Geschlechtern erkennbar – siehe Abbildung 97.

In der Literatur lassen sich Hinweise auf mögliche geschlechtsspezifische Unterschiede beim Experimentieren an interaktiven Experimentierstationen finden (ÖHDING 2009). Betrachtet man die altersgerechte Entwicklung der Kinder und Jugendlichen, so kommt man unweigerlich zu der Erkenntnis, dass Jungen und Mädchen in den ersten Jahren der Pubertät einen unterschiedlich schnellen kognitiven Reifungsprozess durchlaufen. Dieser Entwicklungseffekt kann somit einen direkten Einfluss auf die hier durchgeführten Untersuchungen haben. Allerdings lassen sich nicht alle Verhaltensweisen allein durch entwicklungsbedingte Verzögerungen hinreichend und plausibel erklären. Es stellt sich die Frage, ob Unterschiede in den jeweiligen Verhaltensweisen tatsächlich ursächlich auf das Geschlecht zurückzuführen sind und ob dieser gefühlte Geschlechterunterschied wirklich vorhanden ist. Tatsächlich scheinen die täglichen Beobachtungen und Erlebnisse vieler Menschen einen Unterschied zwischen den Geschlechtern aufzuzeigen. Es gilt daher festzustellen ob in diesen Annahmen Wahrheiten stecken, die durch Studien belegt werden können. Im Gegensatz zu vielen anderen Gender-Studien betrachtete Hyde (2005) in ihrer Studie „The Gender Similarities Hypothesis“ insbesondere die Gemeinsamkeiten von Frauen und Männern. Den Kern ihrer Arbeit bildet hierbei die Hypothese „Beide Geschlechter sind sich hinsichtlich psychologischer Variablen

ähnlicher als dass sie sich unterscheiden“. Untersucht wurden dabei folgende sechs Kategorien: Sozialverhalten und Persönlichkeit, psychologisches Wohlbefinden, kognitive Fähigkeiten, Selbstwertschätzung, verbale/nonverbale Kommunikation, Motorik und Verschiedenes (bspw. moralische Argumentation<sup>25</sup>).

Hyde (2005) kam in ihrer Meta-Studie zu dem Ergebnis, dass sich erkennbare Unterschiede lediglich in den Bereichen „Einstellung zu Gelegenheitssex“, „Wurfweite und Wurfgeschwindigkeit“, „Masturbation“ und „körperliche Aggression“ aufzeigen ließen. Alle weiteren untersuchten psychologischen Variablen zeigen jedoch keine oder nur geringe Unterschiede zwischen den beiden Geschlechtern. So können beispielsweise weder Ängstlichkeit, räumliches Vorstellungsvermögen noch Durchsetzungsvermögen eindeutig einem Geschlecht zugeordnet werden. Die Varianz innerhalb der jeweiligen gleichgeschlechtlichen Untersuchungsgruppen ist deutlich größer als zwischen den beiden Geschlechtern selbst.

Für die vorliegende Arbeit stellt sich neben der generalisierten Geschlechtsfrage auch die Frage nach der individuellen Entwicklung der Besucher. Von besonderem Interesse ist daher, inwieweit die Entwicklung im Schulkind-Alter einen Einfluss auf die Experimentierfähigkeit hat. Cohn (1991) betrachtet hierzu in seiner Studie die geschlechtsspezifischen Unterschiede in der Persönlichkeitsentwicklung. Er kommt in seiner Studien zu dem Schluss, dass heranwachsende Mädchen während der frühen (11 – 14 Jahre) und mittleren (15 – 17 Jahre) Adoleszenz in ihrer Entwicklung gegenüber den gleichaltrigen Jungen einen deutlich sichtbaren Vorsprung haben. Dieser Effekt hält allerdings nicht auf Dauer an. Im weiteren Verlauf der Entwicklung gleichen sich beide Geschlechter immer weiter an, so dass bei Erwachsenen kein Entwicklungsunterschied mehr nachweisbar ist. Hattie (2009) verweist in seiner Metastudie „Visible learning“ in diesem Zusammenhang auf die Metastudie von Else-Quest, Hyde, Goldsmith und Hulle (2006). Sie fanden mit ihren Untersuchungen zu „geschlechtsspezifischen Unterschieden im Temperament“ heraus, dass Mädchen etwas höhere Werte bei Aufmerksamkeit ( $d=0,23$ ) und Ausdauer ( $d=0,08$ ) erreichen. Sehr große Unterschiede konnten bei den Mädchen in Bezug auf die bewusste Kontrolle ( $d=1,01$ ) und die hemmende Kontrolle ( $d=0,41$ ) festgestellt werden.

---

<sup>25</sup> Vgl. Psychologie Online-Magazin, <http://www.psyheu.de/2420/geschlechter-aehnlichkeitshypothese>, Abruf 13.01.2015

Zusammenfassend kommt Hattie (2009) in seiner Metastudie zu dem Erkenntnis, dass in der Wissensvermittlung nicht die Unterschiede zwischen den Geschlechtern in den Vordergrund gerückt werden dürfen. Vielmehr gibt es eine große Varianz innerhalb der jeweiligen Gendergruppe. Diese ist größer und bedeutsamer als die Differenzen zwischen den jeweiligen Geschlechtern.

**Somit kann unter Bezugnahme auf die Tendenzen aufzeigenden Ergebnisse die Hypothese 2 als „teilweise bestätigt“ gewertet werden. Mit zunehmendem Alter sind die Befunde nicht eindeutig und haben daher keine gültige Aussagekraft.**

Da das Forschungsdesign innerhalb dieser Studie keine explizite Altersabgrenzung innerhalb der Clustergruppe „Kinder und Jugendliche“ zwischen Kindern und Jugendlichen vorsah, kann auf der Grundlage dieser Ergebnisse nur von einer Tendenz gesprochen werden.

#### Hypothese 3:

*„Das Experimentieren in Gruppen wirkt sich positiv auf die Experimentiertätigkeit an den interaktiven Experimentierstationen aus.“*

Für die Überprüfung dieser Hypothese wurde in einem ersten Schritt die Besuchergruppe in Hinblick auf ihre Zusammensetzung und ihre Altersstruktur betrachtet. Im zweiten Schritt wurde ein besonderes Augenmerk auf die individuellen Interaktionstätigkeiten an ausgesuchten interaktiven Exponaten gelegt. Die jeweiligen Tätigkeiten der Phänomentabesucher wurden hierbei mittels des bereits in Kapitel 3 beschriebenen Kategoriensystems bewertet und entsprechend klassifiziert. Im Ergebnis zeigen die Untersuchungen, dass mit 58,75% die Mehrheit der Besucher die Ausstellungsräume der Phänomenta Flensburg in Kleingruppen durchläuft und mit den ausgestellten Experimentierstationen interagiert. Auffällig ist hierbei die geschlechtliche Zusammensetzung der anwesenden Gruppen. So kann man anhand der Abbildungen 112, 118 und 124 erkennen, dass nahezu 69% der Besuchergruppen aus gleichgeschlechtlichen Mitgliedern bestehen. Hinsichtlich der jeweiligen Gruppengröße lässt sich eine offensichtliche Präferenz zu Gruppen aus zwei bis drei Personen feststellen. Die Abbildungen 113, 119 und 125 lassen erkennen, dass in der

Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ die Gruppen zu 59% aus zwei Personen bestanden und zu 29% aus drei Personen. Besuchergruppen mit vier oder mehr Personen waren tendenziell selten auszumachen.

Neben einer rein geschlechtlichen Unterscheidung der Gruppenzusammensetzung zeigte, wie in den Abbildungen 114, 120 und 126 ersichtlich ist, die Altersverteilung bei den gemischt geschlechtlichen Gruppen, dass insbesondere die Clustergruppe der Kinder und Jugendlichen sich mehrgeschlechtlich in der Ausstellung bewegt. Hierbei wurde erkennbar, dass im Durchschnitt lediglich 20% der gemischt geschlechtlichen Besuchergruppen aus Kindern und Jugendlichen mit ihren sie begleitenden Erwachsenen bestehen. Der Annahme folgend, dass sich der Besuch der Phänomente in Kleingruppen positiv auf das Experimentierverhalten auswirkt, wurde die Verweildauer an den Exponaten erfasst. Wie in den Abbildungen 115, 121 und 127 dargestellt ist, steigt bei der Interaktion an einer Experimentierstation mit einer Gruppe die Verweildauer erkennbar an. Auffällig ist hierbei, dass die gemischt geschlechtlichen Gruppen in nahezu allen untersuchten Fällen höhere Verweildauerzeiten erreichten als der Durchschnitt ihrer gleichgeschlechtlichen Vergleichsgruppen. In der Gesamtbetrachtung lässt sich auf diese Weise festhalten, dass die Interaktionsdauer durch Bildung einer Kleingruppe deutlich ansteigt. Die Abbildungen 130 bis 132 belegen diese Aussage. Allerdings ist dieser Effekt auch unabhängig von der geschlechtlichen Zusammensetzung der Gruppe feststellbar. Somit steigt die Verweildauer in allen untersuchten eingeschlechtlichen Clustergruppen. Der Anteil an höheren erreichten Werten bei der Verweildauer deutet im Umkehrschluss auf eine längere und somit in der Regel zielführendere Auseinandersetzung mit der interaktiven Experimentierstation hin. So zeigen sich an den untersuchten Exponaten während der Interaktionen durch Gruppenbesucher (Abbildungen 116, 122 und 128) bei den Beschäftigungen der Kategorien 2, 3 und 4 erkennbar deutlich höhere erreichte Werte als bei den Einzelbesuchern (siehe Abbildungen 101, 105, und 109).

Über alle betrachteten Clustergruppen hinweg lässt sich jedoch gerade in Hinblick auf das Erreichen von Beschäftigungen der Wertekategorien 3 und 4 feststellen, dass der Anteil an gemischt geschlechtlichen Gruppen im Vergleich zu den eingeschlechtlichen Gruppen tendenziell erhöht ist. Auf den Abbildungen 117, 123 und 129 ist dieser Zusammenhang deutlich erkennbar dargestellt.

Um allerdings eine Bestätigung für die aufgestellte Hypothese Nr. 3 zu finden, müssen die Werte der erreichten Beschäftigungskategorien von den Einzelbesuchern der Phänomenta Flensburg auch mit denen der einzelnen Gruppenbesucher verglichen werden. So zeigen die dargestellten Ergebnisse in den Abbildungen 133 bis 135 sehr deutlich einen in der Summe größeren Anteil an erreichten Beschäftigungen der Kategorien 2 bis 4 an den interaktiven Ausstellungsobjekten. Insbesondere bei Interaktionen der Kategorien 3 und 4 lassen sich hierbei eindeutige Unterschiede und damit ein positiver Einfluss von Gruppenbildungen aufzeigen.

Um auszuschließen, dass trotz erreichter hoher Beschäftigungskategorien innerhalb der videografierten Gruppen nur jeweils einzelne Personen von der Gruppenbildung profitieren und die restlichen Gruppenmitglieder lediglich als Mitläufer niedrige Kategorien erreichen, wurden auch die Interaktionen jedes einzelnen Gruppenmitgliedes getrennt analysiert und ausgewertet. Die Gegenüberstellung der von den Einzelpersonen innerhalb der Gruppe erreichten Beschäftigungskategorien und der erreichten Kategorien durch die Gesamtgruppe brachte keine auffälligen Unterschiede. Es kann also davon ausgegangen werden, dass bei Interaktionen innerhalb von Besuchergruppen alle Mitglieder von der Gruppensituation profitieren. Die Abbildungen 136 bis 138 verdeutlichen diese Annahme.

**Somit kann man, unter Berücksichtigung aller voranstehenden Befunde, folgern, dass die formulierte Hypothese Nr. 3 als „wahr“ zu bewerten ist.**

#### Weitere hypothesenunabhängige Ergebnisse dieser Studie:

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden mittels der Fragestation die Einstellungen der Besucher zu den Naturwissenschaften erhoben, eine Besucherbewertung der Phänomenta Flensburg vorgenommen sowie nach dem schulischen Bildungsstand gefragt. Außerdem wurde die geografische Herkunft der Besucher ermittelt. Hierbei stellte sich unter anderem heraus, dass die Phänomenta neben der reinen Nutzung als außerschulischer Lernort im Rahmen von Schulbesuchen auch von touristischem Interesse ist (siehe Abbildung 19 und Tabelle 25). Mit einem Anteil von ca. 70% kommen die Besucher aus Schleswig-Holstein und Hamburg. Hierbei liegt das



Haupteinzugsgebiet innerhalb der Postleitzahlengebiete 24xxx (51,07%) und 25xxx (21,92%). Weiter zeigt sich, dass nahezu jeder zweite Besucher (47,31%) aus diesen Gebieten die Phänomenta in Flensburg schon mehrmals aufgesucht hat (Abb. 26).

Hinsichtlich des Geschlechts der Phänomentabesucher lässt sich feststellen, dass mit 58,29% überwiegend Besucher männlichen Geschlechts die Phänomenta Flensburg aufsuchen. Die Geschlechteraufteilung der Besucher weicht von der allgemeinen Verteilung der Geschlechter in Deutschland ab. Laut dem statistischen Bundesamt in Wiesbaden leben mit Stand vom 09.05.2011 insgesamt 80.219.695 Menschen in Deutschland. Hiervon sind 41.073.754 (51,20%) weiblichen und 39.145.941 (48,80%) männlichen Geschlechts<sup>26</sup>. Somit lässt sich vermuten, dass insbesondere Personen männlichen Geschlechts Gefallen an der Phänomenta finden. Die Abbildung 21 zeigt die Geschlechtsverteilung der Besucher getrennt nach den untersuchten Clustergruppen. Auch hierbei fällt die zahlenmäßige Überlegenheit des männlichen Geschlechts auf. Basierend auf den Daten des Zensus ergibt sich für die Gruppe der Kinder und Jugendlichen eine Verteilung von 4.681.065 (51,30%) männlichen zu 4.443.581 (48,70%) weiblichen Personen. Der im Gegensatz zu der Gruppe der Kinder und Jugendlichen leicht geringere Wert an Besuchern männlichen Geschlechts (55,87%) lässt sich demoskopisch erklären. Die erwachsene Bevölkerung in Deutschland verteilt sich nach offiziellen Angaben in 32.405.360 (48,30%) männliche und 34.679.983 (51,70%) weibliche Bewohner.

Die Auswertung der mittels Befragungsstation gewonnenen Daten lässt vermuten, dass der größere Anteil an männlichen Besuchern im direkten Zusammenhang mit deren Interesse an Naturwissenschaften steht. In Tabelle 29 ist ersichtlich, dass zum einen in der Summe bei den männlichen Besuchern ein deutlich ausgeprägteres Interesse für die Naturwissenschaften im Allgemeinen besteht als bei den weiblichen Besuchern (♂ 83,66% | ♀ 71,26%). Zum anderen weisen insbesondere die jeweiligen Werte an den Skalenpolen auf eine differente Interessenlage hin. Die Abbildung 31 belegt diese Annahme und stellt die Werte der verschiedenen Untersuchungsgruppen dar.

---

<sup>26</sup> Quelle: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2015 (<http://www-genesis.destatis.de/genesis/online/data>), Abgerufen am 06.04.2015

Auf die Frage nach negativen Schulerfahrungen mit den Naturwissenschaften waren es vornehmlich die weiblichen Besucher, die angaben, negative Erfahrungen im Schulbereich gesammelt zu haben (♂ 28,10% | ♀ 44,52% - siehe Tabelle 30).

Da die Phänomenta Flensburg in der Regel insbesondere physikalisch erklärbare Phänomene mit ihren Ausstellungsobjekten aufgreift, ist ein enger Bezug zum Schulfach „Physik“ naheliegend. Die im Rahmen dieser Studie durchgeführte Erhebung zeigt, dass gerade hinsichtlich des Schulfachs „Physik“ nennenswerte Bewertungsunterschiede zwischen den beiden Geschlechtern erkennbar sind. So geben 75,75% der männlichen Kinder und Jugendlichen und 79,21% der männlichen Erwachsenen an sich für das Schulfach „Physik“ zu interessieren. In den weiblichen Clustergruppen konnte mit 60,61% bei den Kindern und Jugendlichen sowie 50,86% bei den Erwachsenen ein deutlich geringeres Interesse erfasst werden (Tabelle 31).

Trotz dieser erkennbaren Interessendifferenzen kommt eine große Mehrheit der Besucherinnen und Besucher bei der Beurteilung ihres Phänomentabesuchs zu einem eindeutig positiven Ergebnis. So beurteilten sie durchschnittlich mit 84,66% über alle Clustergruppen hinweg den Besuch der Phänomenta Flensburg als lohnenswert und gaben an, bei ihrem Besuch oftmals mit den Exponaten interagiert zu haben. Hierbei äußerten 74,33% der Besucher, dass ihnen durch ihren Besuch die Naturwissenschaften näher gebracht worden seien. Des Weiteren stimmten im Durchschnitt 70,31% von Ihnen der Aussage zu, dass sie durch den Phänomentabesuch viel dazugelernt hätten. Somit kann im Ergebnis von einem erfolgreichen Besuch gesprochen werden.

In der Folge gaben 85,13% der Besucher an, die Phänomenta Flensburg weiterzuempfehlen. Trotz unterschiedlicher Einstellungen beider Geschlechter ist eine breite Zustimmung in beiden Geschlechts- und Altersgruppen auf gleichem Niveau feststellbar (♀KJ 83,95% | ♂KJ 84,63% | ♀E 85,93% | ♂E 85,13%).

Nach Bewertung aller vorliegenden Daten muss somit von einem sichtbaren Erfolg für das Ausstellungskonzept der Phänomenta Flensburg gesprochen werden. Die Besucher gewinnen durch ihren Besuch der Phänomenta einen Zuwachs an Interesse für die Naturwissenschaften und naturwissenschaftlichem Wissen. Es kann daher mit der Anbahnung einer positiven Grundeinstellung zu den Naturwissenschaften gerechnet werden. Beachtenswert ist dabei insbesondere, dass trotz des erkennbar

geringeren Physik-Interesses der weiblichen Besucher (im speziellen der Mädchen) diese tendenziell jedoch aktiver an den Experimentierstationen interagieren als die Jungen in ihrer Altersgruppe (siehe Befundung Hypothese 2).

Das Konzept der Phänomenta Flensburg scheint daher im Besonderen dazu geeignet zu sein, Mädchen dazu zu motivieren, sich mit physikalischen Sachverhalten zu beschäftigen. Hierdurch leistet die Phänomenta einen wichtigen Beitrag zur Förderung der von der Industrie in Deutschland stark nachgefragten Fachkräfte im MINT-Bereich.

Abschließend betrachtet ist daher die Phänomenta Flensburg ein wertvoller außerschulischer Lernort und damit als lohnendes Ziel für Schulklassen ganz im Sinne der KMK-Empfehlungen zu bewerten.

## 6. Fazit und Ausblick

### Fazit:

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden zufällig ausgewählte Besucher während ihres Aufenthalts in dem Science Center „Phänomenta“ in Flensburg beobachtet, Informationen zu ihrer Person erfasst und ihr Verhalten in den Ausstellungsräumen analysiert. Von besonderem Interesse war hierbei die Art der Interaktion mit den Hands-On-Experimentierstationen. Das hierbei entstandene Datenmaterial umfasste mehr als 2000 gültige Datensätze mit Angaben der Phänomentabesucher, über 83 Stunden Videoaufzeichnungen mit über 1200 Einzelsequenzen aus der Sonderausstellung Physik der Dinosaurier sowie fast 100 protokollierte Besucherbeobachtungen während ihres gesamten Aufenthalts in den Ausstellungsräumen der Phänomenta.

Die im Ergebnisteil aufgezeigten Ausstellungsergebnisse lassen somit Rückschlüsse auf typische Besucher und deren Verhalten in der Phänomenta Flensburg zu. Die Phänomenta wird vielfach von Schulklassen der Primarstufe und der Sekundarstufe I als außerschulischer Lernort aufgesucht. Hier können die im Diskussionsteil dargestellten Ergebnissen sowie die weiteren Studienergebnisse Anregungen geben für die Ausgestaltung des organisatorischen Rahmens eines gelungenen Besuchs des Science Centers.

Aus Sicht eines klassenverantwortlichen Lehrers lassen sich für die Planung eines erkenntnisgewinnenden Phänomentabesuchs somit folgende Rückschlüsse ziehen:

- Die Phänomenta ist mit ihren über 150 interaktiven Experimentierstationen ein wertvoller außerschulischer Lernort gemäß Vorgaben der KMK.
- Schüler sollten sich beim Experimentieren zu Kleingruppen von 2 bis 3 Personen zusammenfinden.
- Um die Aktivität des Handelns in der Ausstellung noch weiter zu steigern, sollten die Gruppen gemischtgeschlechtlich zusammengesetzt werden.

- Der Zeitrahmen für den Ausstellungsbesuch sollte nicht unter 2 Stunden liegen. Als praktikabel haben sich für Besuche mit Schulklassen Besuchszeiten von 2 ½ Stunden gezeigt. Im diesem Zeitraum sind keine deutlichen Anzeichen von Konzentrationsmangel oder Ermüdungserscheinungen feststellbar.
- Eine vorherige schulische Einweisung in das Konzept der Phänomenta Flensburg oder die Erarbeitung bestimmter fachlicher Inhalte ist nicht erforderlich. Vor Ort erfolgt durch das Personal eine ausreichende Einführung in das Verhalten und den Umgang an den Hands-On-Experimentierstationen.
- Rallyebögen oder Laufzettel, die während des Besuchs ausgefüllt werden sollen, lenken die Kinder und Jugendlichen in ihrer kreativen Lösungsfindung an den Exponaten ab. Beobachtungen in der Sonderausstellung zeigen, dass sich die Kinder und Jugendlichen nach dem Ausfüllen der Arbeitsbögen schnell wieder von dem Exponat abwenden, ohne eine Vielzahl von Handlungsalternativen ausprobiert zu haben.
- Ein gezieltes Aufgreifen von einzelnen Phänomenen im weiteren schulischen Nachgang könnte sich unter Umständen positiv auf die Anbahnung von geeigneten Lösungsstrategien auswirken. Folgt man Guderian (2007), ist es demnach notwendig, dass der Besuch eines außerschulischen Lernorts auch inhaltlich zum Unterricht passt. Auf Grund der großen Anzahl an Ausstellungsobjekten in der Phänomenta stellt seine Forderung sicherlich keine große Hürde für den alltäglichen Schulunterricht dar.
- Das Interesse an den Naturwissenschaften und die Motivation sich mit naturwissenschaftlichen Inhalten auseinanderzusetzen wird bei den Besuchern, insbesondere bei Mädchen, durch den Besuch der Phänomenta positiv beeinflusst.

#### Ausblick:

Die gewonnenen Ergebnisse attestieren der Phänomenta Flensburg eine hohe Wertigkeit als außerschulischer Lernort. Allerdings lassen sich einige Sachverhalte auch mittels der umfangreichen Datenlage nicht eindeutig aufklären. So wäre es in weiterführenden Untersuchungen zum Besucherverhalten angebracht, die Gruppe der

Kinder und Jugendlichen in verschiedene Altersgruppen oder Klassenstufen zu unterteilen, um ein noch detaillierteres Bild von ihren jeweiligen Verhaltensweisen zu erhalten. Dies ist gerade vor dem Hintergrund der heterogenen inkludierten Zusammensetzung der Klassen im zweigliedrigen Schulsystem Schleswig-Holsteins von Belang.

Des Weiteren ist ein Blick auf die Nachhaltigkeit eines solchen Ausstellungsbesuchs von Interesse. So lassen Studien von Steuer (2015) Hinweise auf kurz- bzw. mittelfristige Lernwirkungen bei Schülern durch die Nutzung von Hands-On-Exponaten an außerschulischen Lernorten erkennen. Neben der reinen Lernwirksamkeit ist in diesem Zusammenhang auch die Einstellung zu den Naturwissenschaften und der ihr zuzuordnenden MINT-Berufe von elementarem Interesse. Gerade in Hinblick auf die spätere Berufswahl erscheint es sinnvoll, dem anstehenden Mangel an Fachkräften durch Interessensteigerung – insbesondere bei dem weiblichen Geschlecht – zu begegnen.

#### Schlussbetrachtung:

Abschließend kommt der Verfasser zu dem eindeutigen Ergebnis, dass die Nutzung der Phänomenta Flensburg als außerschulischer Lernort überaus geeignet ist, damit sich Schüler unbefangen und ohne Leistungsdruck mit naturwissenschaftlichen Phänomenen befassen. Entscheidend ist hier das pädagogische Konzept der Phänomenta, das Eigenaktivität und selbstbestimmtes Interagieren mit den Experimentierstationen ohne Zeit-, Leistungs- und Konkurrenzdruck fördert. Hierbei folgen die Schüler auf Grund der in der Phänomenta bewusst fehlenden Beschilderungen bei ihrem Gang durch die Ausstellungsräume intrinsisch motivierten Beweggründen.

Gerade in Hinblick auf die zum Schuljahr 2014/15 in Schleswig-Holstein umstrukturierte Schullandschaft und der damit verbundenen verbindlichen Einführung des Faches „Naturwissenschaften“ in den Klassen 5 bis 7 der Gemeinschaftsschulen bietet die Phänomenta gute Ansätze die Vernetzung der einzelnen naturwissenschaftlichen Fächer den Schülern begreifbar zu machen. So kann ihr Interesse für das Schulfach „Naturwissenschaften“ gesteigert und eine positive Grundeinstellung erzeugt werden. Der Verfasser besucht daher seit mehreren Jahren regelmäßig mit seinen fünften und sechsten Klassen die Phänomenta in Flensburg.

Neben all dem Lob, das die Ausstellung durch den Verfasser erfährt, bleibt jedoch ein wichtiger Diskussionspunkt. Die Konzeption der Phänomenta sieht explizit den Verzicht auf schriftliche Erklärungen der dargestellten Phänomene vor. Die Auseinandersetzung mit dem Phänomen steht hier ganz klar im Vordergrund. Allerdings äußerten 51,73% der Besucher den Wunsch nach schriftlichen Erklärungen. Diesem Wunsch nach weiteren Informationen könnte durch Bereitstellung von separaten Info-Terminals entsprochen werden. Die Besucher benutzen diese dann als Ergänzung zu Interaktionen an den Experimentierstationen. Dadurch werden sie jedoch nicht von ihrer eigenständigen Experimentiertätigkeit abgelenkt. Alternativ könnte eine webbasierte Enzyklopädie auf der Internetseite der Phänomenta Informationen zu den Ausstellungsobjekten zur Verfügung stellen. Diese würde wiederum ein nachträgliches Aufarbeiten des Besuchs erleichtern und die Nachhaltigkeit steigern. Sehr hilfreich wäre insbesondere für begleitende Lehrkräfte und besonders interessierte Besucher ein Begleitband mit weiterführenden Hintergrundinformationen zu den Exponaten.

Abschließend bleibt festzuhalten: Das Konzept der Phänomenta Flensburg hat sich bewährt. Es folgt dem eingangs zitierten Gedanken John Lockes (1632-1704):

*„Nichts dringt bis zu unserem Verstande vor, was nicht zuvor von unseren Sinnen wahrgenommen worden ist.“*

## 7. Literaturverzeichnis

1. Bade, Claudia „Informelles Lernen im mehrsprachigen Science-Center Le Vaisseau. Ein Beitrag zur Science-Center-Pädagogik“, Hamburg, 2010
2. Barriault, Chantal „The Science-Center Learning Experience – A Visitor Based Framework“, In: „The Informal Learning Review“, 1999 – 0304-c, <http://www.informallearning.com/archive/1999-0304-c.htm>
3. Bauer, Gabriele / Müller, Albrecht / Renn, Ortwin / Mack, Ulrich „Public Understanding of Science and Humanities: Initiativen, Optionen und Empfehlungen für Baden-Württemberg“ Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, Stuttgart, 2000
4. Baumert, Jürgen „TIMSS – Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde“, Verlag Leske + Budrich, Opladen 1997
5. Baumgarten, Anika „Science Center in Deutschland: Bestandsaufnahme, Strukturierung und zukünftige Entwicklungen“, München, GRIN Verlag, 2004
6. Bechtel, Mark / Lattke, Susanne / Nuissl, Ekkehard „Porträt Weiterbildung Europäische Union“, Verlag Bertelsmann, Bielefeld, 2005
7. Bollweg, Petra „Lernen zwischen Formalität und Informalität. Zur Deformalisierung von Bildung“ VS-Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2008
8. Bönsch, Markus „Unterrichtsmethodik für außerschulische Lernorte“ in „Das Schullandheim: SLH; Fachzeitschrift der Verbandes Deutscher Schullandheime e.V. – Hamburg“ Verband Dt. Schullandheime, Jg. 3 (Nov.), 2003, S. 4-10



9. 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
  
10. Brüning, Jens „Das erste Science Center der Welt. Die Berliner Urania“, in „Museumsjournal: Berichte aus Museen, Schlössern und Sammlungen in Berlin und Potsdam“, Heft 24, Berlin, 2010
  
11. Bundesministerium für Bildung und Forschung „Stand der Anerkennung non-formalen und informellen Lernens in Deutschland im Rahmen der OECD Aktivität „Recognition of non-formal and informal Learning““, Bonn, 2008
  
12. Cohn, L. D. „Sex differences in the course of personality development: A meta-analysis“ Psychological Bullentin, 109(2), 252-266, 1991
  
13. Comenius, Johann Amos / Flitner, Andreas (Hrsg.) „Grosse Didaktik“, Stuttgart, 1982
  
14. Crane, Valerie „An introduction to informal science learning and research“, „In „Informal Science Learning: What the Research Says About Television, Science Museums, and Community-Based Projects n“, Research Communications Ltd, 1994
  
15. Diamond, Judy „The behavior of family groups in science museums“, in „Curator. Vol. 29“, 1986
  
16. Diamond, Judy / Luke, Jessica / Uttal, David „Practical Evaluation Guide – Tool for Museums and Other Informal Educational Settings“, 2nd Edition, AltaMira Press, 2009
  
17. Dinkelaker, Joerg, Herrle, Matthias „Erziehungswissenschaftliche Videographie: Eine Einführung“, VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2009

18. Dohmen, Günther „Das informelle Lernen. Die internationale Erschließung einer bisher vernachlässigten Grundform menschlichen Lernens für das lebenslange Lernen “ hrsg. vom Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn, 2001
19. Drechsel, Barbara „Subjektive Lernbegriffe und Interesse am Thema Lernen bei angehenden Lehrpersonen“, Verlag Waxmann, 2001
20. Dühlmeier, Bernd „Außerschulische Lernorte in der Grundschule. Neun Beispiele für den fächerübergreifenden Sachunterricht“, Schneider Verlag, Hohengehren, 2010
21. Else-Quest, Nicole M., Hyde, Janet S., Goldsmith, H. Hill., Van Hulle, Carol A. „Gender differences in temperament: A meta-analysis“ in „*Psychological Bulletin*“, Vol. 132, 2006, S. 33-72.
22. Europäische Kommission „Mitteilung der Kommission: Einen Raum des lebenslangen Lernens schaffen“, Brüssel, 2001
23. Falk, John H., Dierking, Lynn D. „Learning from Museums“, Altamira Press, 2000
24. Falk, John H., Holland, D. G. „Summative evaluation of „Circa 1492: Art in the Age of Discovery“ National Gallery of Art.“, Annapolis, MD: Science Learning Inc., 1991
25. Falk, J. H. / Dierking, L. D. / Foutz, S. „In principle, in practice: Museums as learning institutions.“ Walnut Creek: AltaMira, 2007
26. Falk, John „Predicting visitor behavior“, in „Curator“, Vol. 28, 1985, S. 183-189

27. Ferdinand, Peter „Selbstgesteuertes Lernen in den Naturwissenschaften – Eine Interventionsstudie zu den kognitiven und motivationalen Effekten eines Blended Learning Ansatzes“, Verlag Dr. Kovac, Hamburg, 2007
28. Fiesser, Lutz „Raum für Zeit – Quellen zur Pädagogik der interaktiven Science-Zentren“, Flensburg, 2000
29. Fiesser, Lutz „Science-Zentren: Interaktive Erfahrungsfelder mit naturwissenschaftlich-technischer Grundlage“, in „Schriftenreihe zum interaktiven Lernen Nr. 1“, Phänomenta Flensburg, 2001
30. Fiesser, Lutz „Anstiften zum Denken – die Phänomenta“, Institut für Physik und ihre Didaktik - Pädagogische Hochschule Flensburg, 1990
31. Fiesser, Lutz / Kiupel, Michael „Interaktive Exponate – mehr als eine Attraktion für Kids“ in „Museum aktuell, Nr. 42“, 1999, S. 1488f
32. Frantz-Pittner, Andrea / Grabner, Silvia / Bachmann, Gerhild (Hrsg.) „Science Center Didaktik: Forschendes Lernen in der Elementarpädagogik“, Schneider Verlag, Hohengehren, 2011
33. Freericks, Renate / Brinkmann, Dieter / Russler, Steffen „Aktivierung und Qualifizierung erlebnisorientierter Lernorte“ in „Grundlagen der Weiterbildung 2/2004“, Luchterhand, 2004, S. 66 – 71
34. Förster, Hendrik „Chemische Exponate für Kinder in Science Centern“, Cuvillier Verlag, Göttingen, 2005
35. Geyer, Claudia „Museums- und Science Center-Besuche im naturwissenschaftlichen Unterricht aus einer motivationalen Perspektive“, Münster, 2007

36. Gilman, Benjamin „Museum Fatigue“, in „The Scientific Monthly, Volume 2“, 1916, Internetdownload: <https://ia601701.us.archive.org/28/items/jstor-6127/6127.pdf>
37. Guderian, Pascal „Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte – Der Einfluss mehrmaliger Besuche eines Schülerlabors auf die Entwicklung des Interesses an Physik“, Berlin, 2007
38. Gudjons, Herbert „Frontalunterricht - neu entdeckt. Integration in offene Unterrichtsformen“, 2. Auflage, UTB Verlag, 2007
39. Hattie, John A.C. „Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement“ Routledge (Verlag), London, New York, 2009
40. Hobmair, Hermann „Psychologie“ Bildungsverlag EINS, 4. Auflage, 2008
41. Hoffmann, Markus „Bildung + Science“, Friedrich Verlag GmbH, 2010, S. 10
42. Holtappels, Heinz Günter „Lebenswelt von Kindern - Sozialwissenschaftliche Erkenntnisse und Orientierungen für die Grundschule“, in: Kahlert, Joachim (Hrsg.) „Wissenserwerb in der Grundschule“, Bad Heilbrunn 1998
43. Hopf, Arnulf „Grundschularbeit heute. Didaktische Antworten auf neue Lebensverhältnisse.“, Verlag Ehrenwirth, München, 1993
44. Hyde, Janet „The Gender Similarities Hypothesis“, in „American Psychologist“, Vol. 60, 2005
45. Janett, Holger / Kohse-Höinghaus, Katharina „Chemie zum Selbermachen – Mitmachlabors in Deutschland“ in „Nachrichten aus der Chemie. Band 51 2/2003“, Verlag De Gruyter, München, 2003, S. 144 – 149

46. Jürgens, Eiko „Außerschulische Lernorte. Erfahrungs- und handlungsorientiertes Lernen außerhalb der Schule“ in „Grundschulmagazin, Heft 7/8 1993“, Oldenbourg Schulbuchverlag GmbH, München, 1993, S. 4 – 6
47. Kaiser, Astrid „Einführung in die Didaktik des Sachunterrichts“ 7. Auflage, Schneider Verlag, 2001
48. Kaiser, Astrid „Neue Einführung in die Didaktik des Sachunterrichts“, 2. Auflage, Baltmannsweiler, 2008
49. Kieserling, Andre „Kommunikation unter Anwesenden: Studien über Interaktionssysteme“, Suhrkamp Verlag, 1999
50. Kiupel, Michael „Lernen im Science-Zentrum: Die Förderung interaktiver Lernprozesse durch Computer“, Shaker Verlag, Aachen, 1996
51. Kiupel, Michael „Natur und Technik erleben und begreifen: Phänomenta“, in „Schriftenreihe zum interaktiven Lernen Nr. 3“, Phänomenta Flensburg, 2001
52. Kiupel, Michael „Science Center – Vom Staunen zum Denken“ in „Mitteilungen und Berichte aus dem Institut für Museumskunde Nr. 26“, Berlin, 2003
53. Klaes, Esther „Stand der Forschung zum Lehren und Lernen an außerschulischen Lernorten“ in „Kompetenzen, Kompetenzmodelle, Kompetenzentwicklung“, Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Essen, 2007
54. Klein, Hans-Joachim / Bachmayerm Monika „Museum und Öffentlichkeit: Fakten und Daten – Motive und Barrieren“, Berliner Schriften zur Museumskunde, Berlin, 1981, S. 60f

55. Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK), Berlin, 2009, [http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2009/2009\\_05\\_07-Empf-MINT.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2009/2009_05_07-Empf-MINT.pdf)
56. Konhäuser, Sabine „Lernen in Science Centers – Mensch und Mathematik“, Verlag Dr. Kovac, 2004, S. 1
57. Kwiecien, Robert / Kopp-Schneider, Annette / Blettner, Maria „Konkordanzanalyse“ in „Deutsches Ärzteblatt Heft Nr. 30“, Köln, 2011
58. List, Juliane „TIMSS: mathematisch-naturwissenschaftliche Kenntnisse deutscher Schüler auf dem Prüfstand“, Deutscher Instituts-Verlag GmbH, 1998, S. 8
59. Looß, Maike „Einsichten & Ansichten – Science Center: Lernort oder Spielplatz?“ in Mayer, Jürgen (Hrsg) „Unterricht Biologie“ Heft 317, Friedrich Verlag, 2006, S. 2
60. Looß, Maike / Höner, Kerstin / Müller, Rainer (Hrsg.) „Studienmaterial zu interdisziplinären Aspekten der Naturwissenschaftsdidaktiken“, Lit Verlag, Münster, 2004
61. Lück, Gisela „Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung“, Verlag Herder, 2003, S. 9ff
62. Lührs, Otto „Von der Urania zum Spektrum“ in „Naturwissenschaften im Unterricht / Physik Heft 34“, 1996
63. Mack, Wolfgang „Lernen im Lebenslauf – formale, non-formale und informelle Bildung: die mittlere Jugend (12 bis 16 Jahre)“, Studie der pädagogischen Hochschule Ludwigsburg, Düsseldorf, 2007

64. McManus, Paulette „What research says about learning in science museums: watch your language! People do read labels“, in „ASTC Newsletter. Vol. 17“, 1989
65. Moskatov, Olesja „Erprobung von Kriterien zur Beschäftigungsintensität an interaktiven Exponaten von Besuchern von Science Centern am Beispiel Phänomenta Flensburg“, Flensburg, 2010
66. Müller-Benedict, Volker „Grundkurs Statistik in den Sozialwissenschaften“, 4. überarbeitete Auflage, VS-Verlag, Wiesbaden, 2007
67. Nolda, Sigrid „Interaktion und Wissen. Eine qualitative Studie zum Lehr-/Lernverhalten in Veranstaltungen der allgemeinen Erwachsenenbildung“, Frankfurt, 1996
68. Noschka-Roos, Annette „Besucherbefragung und Didaktik. Ein museums-pädagogisches Plädoyer. Berliner Schriften zur Museumskunde“, Opladen: Leske+Budrich, 1994
69. Öhding, Nadine „Interaktive Experimentierstationen im Elementarbereich. Eine kategoriengeleitete Videostudie zur Analyse der Lern- und Arbeitsverhaltens von Kindergartenkindern im Vorschulalter an interaktiven Experimentierstationen.“, Verlag Dr. Kovac, 2009
70. Overwien, Bernd „Informelles Lernen - Zum Stand der englischsprachigen Diskussion“, in: Rauschenbach, Thomas (Hrsg.) „Informelles Lernen im Jugendalter eine vernachlässigte Dimension in der Bildungsdebatte“, Weinheim, 2006, S. 35-62
71. Prenzel, Manfred / Seidel, Tina / Drechsel, Barbara „Autonomie in Wissensprozessen.“ In Reinmann, Gabi / Mandl, Heinz (Hrsg.) „Psychologie des Wissensmanagements. Perspektiven, Theorien und Methoden“, Hogrefe Verlag. Göttingen, 2004, S. 102 – 113

72. Rauschenbach, Thomas / Dux, Wiebken / Sass, Erich „Informelles Lernen im Jugendalter: Vernachlässigte Dimensionen der Bildungsdebatte (Beiträge zur Kinder- und Jugendhilfeforschung“, 2. Auflage, Verlag Beltz Juventa, 2008
73. Reinhard, Ulrich „Edutainment – Bildung macht Spaß“, Lit Verlag, Münster, 2005
74. Rudolf, Christine „Die Bedeutung von außerschulischen Lernorten für den Sachunterricht“, Grin Verlag, 2001
75. Salmi, Hannu „Science Center Education. Motivation and Learning in Informal Education“, Helsinki, 1993
76. Sauerborn, Petra / Brühne, Thomas „Didaktik des außerschulischen Lernens“, Schneider Verlag Hohengehren GmbH, Baltmannsweiler, 2012
77. Schaper-Rinkel, Petra / Giesecke, Susanne / Bieber, Daniel „Science Center – Studie im Auftrag des BMBF“, Teltow, 2001
78. Schließmann, Fritz „Informelles Lernen an interaktiven Chemie-Stationen im Science Center“, Shaker Verlag, 2005
79. Schließmann, Fritz „Wie arbeiten Vorschulkinder an interaktiven Experimentier-Stationen? Eine kategoriengeleitete Untersuchung der Verhaltensweisen an der Station „Begehbare Brücke““, Herder Verlag, 2006
80. Schließmann, Fritz / Öhding, „Nadine, Videostudie zur frühen naturwissenschaftlichen Förderung – Analyse des Lernverhaltens an interaktiven Experimentierstationen“, in Höttecke (Hg): „Kompetenzen, Kompetenzmodelle, Kompetenzentwicklung“, GDCP Jahrestagung in Essen, 2008



81. Schmitt, Reinhold „Koordination: Zur Analyse multimodaler Interaktion“, Gunter Narr Verlag, Tübingen, 2007
82. Schwan, Stephan „Die Bedeutung der neuen Medien für den Wissenserwerb in naturwissenschaftlich-technischen Museen.“ in A. Noschka-Roos, W. Hauser, & E. Schepers (Eds.) „Mit Neuen Medien im Dialog mit den Besuchern? Grundlagen und Praxis am Beispiel des Zentrums Neue Technologien im Deutschen Museum. Berliner Schriften zur Museumskunde“, Bd. 21 (S.49-52) Berlin: G + H Verlag, 2005.
83. Serrel, Beverly „Paying More Attention to Paying Attention“, Learning Sciences, 2010, <http://informal-science.org/perspectives/blog/paying-more-attention-to-paying-attention>
84. Serrel, Beverly & Associates „Beautiful Science Summative Evaluation“, 2009
85. Steuer, Thorsten „Lern- und Beschäftigungsverhalten in Science Centern - am Beispiel der Phänomenta Flensburg - unter besonderer Berücksichtigung der Sonderausstellung "Physik der Dinosaurier"“, Flensburg, 2015 (in Vorbereitung)
86. Stolz, Heinz-Jürgen „Dezentrierte Ganztagsbildung.“ Aus: Otto, Hans-Uwe / Oelkers, Jürgen (Hg.) „Zeitgemäße Bildung. Herausforderung für Erziehungswissenschaft und Bildungspolitik“ Ernst Reinhardt Verlag, München, 2006
87. Thoma, Gun-Brit / Prenzel, Manfred „Was verbinden Museumsbesucher mit Lernen im Museum und in der Schule“ in „Zeitschrift für Erziehungswissenschaft“ 12. Jahrgang, Heft 1, 2009, S. 64-81
88. Weitze, Marc-Denis „Science Center – Besser als ihr Ruf“ in Jörg Feldkamp (Hrsg.) u. a. „Wohin führt der Weg der Technikhistorischen Museen?“, Chemnitz, 2002

89. Wirtz, Markus / Caspar, Franz „Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität: Methoden zur Bestimmung und Verbesserung der Zuverlässigkeit von Einschätzungen mittels Kategoriensystemen und Ratingskalen“, Hogrefe-Verlag, 2002
90. Wolf, Robert „A naturalistic view of evaluation“ In: “Museum News. Vol. 58.”, 1980. Nr. 1, S. 39-45
91. Zimmerman, Barry J. & Martinez-Pons, Manuel „Student differences in self-regulated learning: Relating grade, sex, and giftedness to self-efficacy and strategy use.“ In “Journal of Educational Psychology“, 82(1), S. 51-59, 1990

## 8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wirkungen erlebnisorientierter Lernorte auf das nachhaltige Lernen.....	15
Abbildung 2: Einteilung der außerschulischen Lernorte nach informeller bzw. formeller Charakteristik (nach Guderian).....	16
Abbildung 3: Science Center in Deutschland (nach Khalisi, 2012).....	30
Abbildung 4: Aufbau der Studie.....	39
Abbildung 5: Ausstellungsübersicht - Physik der Dinosaurier.....	41
Abbildung 6: Befragungsstation.....	42
Abbildung 7: Protokollbogen Tracking.....	47
Abbildung 8: Kamerapositionen in der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ .....	65
Abbildung 9: Exponat 1903.....	69
Abbildung 10: Lösungsschema für das Exponat „Gewaltige Masse“ .....	69
Abbildung 11: Exponat 1909.....	70
Abbildung 12: Schemazeichnung vom Exponat „Viel Kraft im Hals“ .....	70
Abbildung 13: Lösungsstrategie für das Exponat „Viel Kraft im Hals“ .....	70
Abbildung 14: Exponat 1902.....	71
Abbildung 15: Screenshot der Software „DatenInspektor“ .....	75
Abbildung 16: Entwicklung der Stichprobengröße.....	79
Abbildung 17: Abbrüche von Befragungsteilnehmern.....	79
Abbildung 18: Herkunft der Phänomentabesucher aus dem gesamten Bundesgebiet.....	80
Abbildung 19: Herkunft der Phänomentabesucher aus dem Postleitzahlbereich 2xxxxx.....	81
Abbildung 20: Geschlechtsverteilung der Besucher in der Phänomenta Flensburg.....	82
Abbildung 21: Geschlecht der Besucher bezogen auf ihre jeweilige Altersklasse.....	83
Abbildung 23: Schulabschlüsse der Phänomentabesucher.....	83
Abbildung 24: Bildungsabschlüsse der Phänomentabesucher aufgeteilt in Altersklassen.....	84
Abbildung 25: Anzahl der Besuche in der Phänomenta Flensburg.....	85

Abbildung 26: Darstellung der Besuchshäufigkeit der Phänomenta Flensburg von Besuchern/innen aus Hamburg und Schleswig-Holstein.....	86
Abbildung 27: Darstellung Gruppenbesuch oder Einzelbesuch.....	87
Abbildung 28: Darstellung der Gruppen- und Einzelbesucher unter Berücksichtigung ihrer Altersklasse.....	88
Abbildung 29: Wie sind die Besucher auf die Phänomenta aufmerksam geworden? .....	89
Abbildung 30: Darstellung der Aussage „Ich interessiere mich für Naturwissenschaften im Allgemeinen“ .....	90
Abbildung 31: Interesse an den Naturwissenschaften in den jeweiligen Geschlechts- und Altersgruppen.....	91
Abbildung 32: Darstellung der Aussage „Durch meine eigenen Schulerfahrungen ist mein Verhältnis zu den Naturwissenschaften eher negativ belastet“ .....	92
Abbildung 33: Negative schulische Erfahrungen der Frauen mit Naturwissenschaften bezogen auf ihre Schulbildung.....	93
Abbildung 34: Negative schulische Erfahrungen in der Gruppe der Männer bezogen auf ihre Schulbildung.....	93
Abbildung 35: Darstellung des Interesses an naturwissenschaftlichen Schulfächern.....	94
Abbildung 36: Darstellung der Aussage „Der Besuch der Phänomenta war lohnenswert“ .....	96
Abbildung 37: Clustergruppendarstellung der Aussage „Der Besuch der Phänomenta war lohnenswert“ .....	97
Abbildung 38: Darstellung aller Gruppen bei der Aussage „Ich habe viel an den Stationen experimentiert“ .....	98
Abbildung 39: Darstellung „Die Experimente waren lehrreich“ .....	99
Abbildung 40: Darstellung der Aussage „Schwierige und komplizierte Sachverhalte sind in der Phänomenta einfach und selbsterklärend dargestellt“.....	100
Abbildung 41: Darstellung der Aussage „Mir haben Erklärungen zu den jeweiligen Phänomenen gefehlt“ .....	101
Abbildung 42: Darstellung der Besuchsdauer in der Phänomenta Flensburg.....	101

Abbildung 43: Darstellung der Aussage „Durch den Phänomentabesuch habe ich viel dazugelernt“ .....	102
Abbildung 44: Darstellung der einzelnen Untersuchungsgruppen.....	102
Abbildung 45: Darstellung der Aussage „Durch den Besuch der Phänomenta sind mir die Naturwissenschaften näher gebracht worden“ .....	103
Abbildung 46: Zahl der Besucher, die die Phänomenta Flensburg für empfehlenswert erachten.....	104
Abbildung 47: Darstellung der Aussage „Insgesamt gebe ich der Phänomenta folgende Schulnote“ .....	105
Abbildung 48: Darstellung der Personengruppen, die den Phänomentabesuch mit der Note 6 bewerteten. ....	106
Abbildung 49: Darstellung der Bewegungsachsen von Kindern und Jugendlichen (Mädchen) in der Phänomenta Flensburg. Die Prozentangaben geben den Anteil der Besucher an, die in dem jeweiligen Raum an den Exponaten tätig wurden; Farben kennzeichnen die jeweilige Gesamtinteraktionsdauer in dem jeweiligen Raum.....	112
Abbildung 50: Darstellung der Bewegungsachsen von Kindern und Jugendlichen (Jungen) in der Phänomenta Flensburg. Die Prozentangaben geben den Anteil der Besucher an, die in dem jeweiligen Raum an den Exponaten tätig wurden; Farben kennzeichnen die jeweilige Gesamtinteraktionsdauer in dem jeweiligen Raum.....	113
Abbildung 51: Darstellung der Bewegungsachsen von erwachsenen Frauen in der Phänomenta Flensburg. Die Prozentangaben geben den Anteil der Besucher an, die in dem jeweiligen Raum an den Exponaten tätig wurden; Farben kennzeichnen die jeweilige Gesamtinteraktionsdauer in dem jeweiligen Raum.....	114
Abbildung 52: Darstellung der Bewegungsachsen von erwachsenen Männern in der Phänomenta Flensburg. Die Prozentangaben geben den Anteil der Besucher an, die in dem jeweiligen Raum an den Exponaten tätig wurden; Farben kennzeichnen die jeweilige Gesamtinteraktionsdauer in dem jeweiligen Raum.....	115
Abbildung 53: Darstellung der Anzahl von Räumen pro Interaktionsgruppe bezogen auf jede Clustergruppe.....	118

Abbildung 54: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Kinder und Jugendlichen in Raum 8.....	120
Abbildung 55: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Kinder und Jugendlichen in Raum 8.....	120
Abbildung 56: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Erwachsenen in Raum 8.....	121
Abbildung 57: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Erwachsenen in Raum 8.....	121
Abbildung 58: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Kinder und Jugendlichen in Raum 11.....	123
Abbildung 59: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Kinder und Jugendlichen in Raum 11.....	123
Abbildung 60: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Erwachsenen in Raum 11.....	124
Abbildung 61: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Erwachsenen in Raum 11.....	124
Abbildung 62: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Kinder und Jugendlichen in Raum 12.....	126
Abbildung 63: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Kinder und Jugendlichen in Raum 12.....	126
Abbildung 64: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Erwachsenen in Raum 12.....	126
Abbildung 65: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Erwachsenen in Raum 12.....	127
Abbildung 66: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Kinder und Jugendlichen in Raum 13.....	128
Abbildung 67: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Kinder und Jugendlichen in Raum 13.....	128
Abbildung 68: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Erwachsenen in Raum 13.....	129
Abbildung 69: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Erwachsenen in Raum 13.....	129
Abbildung 70: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Kinder und Jugendlichen in Raum 15.....	131

Abbildung 71: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Kinder und Jugendlichen in Raum 15.....	131
Abbildung 72: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Erwachsenen in Raum 15.....	132
Abbildung 73: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Erwachsenen in Raum 15.....	132
Abbildung 74: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Kinder und Jugendliche in Raum 16.....	133
Abbildung 75: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Kinder und Jugendliche in Raum 16.....	134
Abbildung 76: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Erwachsenen in Raum 16.....	134
Abbildung 77: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Erwachsenen in Raum 16.....	135
Abbildung 78: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Kinder und Jugendlichen in Raum 17.....	137
Abbildung 79: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Kinder und Jugendlichen in Raum 17.....	137
Abbildung 80: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♀ Erwachsenen in Raum 17.....	138
Abbildung 81: Trackingergebnisse - Besucherverhalten in der Gruppe der ♂ Erwachsenen in Raum 17.....	138
Abbildung 82: Darstellung der Bewegungsmuster innerhalb vom Ausstellungsraum 11.....	140
Abbildung 83: Darstellung von „Klebeeffekten“ in Raum 11 bei Kindern und Jugendlichen.....	141
Abbildung 84: Darstellung von „Klebeeffekten“ in Raum 11 bei Erwachsenen.....	141
Abbildung 85: Darstellung von „Klebeeffekten“ in Raum 13 bei Kindern und Jugendlichen.....	142
Abbildung 86: Darstellung von „Klebeeffekten“ in Raum 13 bei Erwachsenen.....	142
Abbildung 87: Station 1502 - Wirbellauf (Kerze aus) .....	144
Abbildung 88: Station 1123 - Dreieckspiegel.....	145
Abbildung 89: Darstellung der Anzahl von Interaktionen in Bezug auf die Gesamtexperimentierzeit.....	146

Abbildung 90: Darstellung der Anzahl an Interaktionen pro Clustergruppe.....	147
Abbildung 91: Darstellung der Verweildauer an den Exponaten der Phänomenta Flensburg.....	147
Abbildung 92: Darstellung der Quote von sich wiederholenden Nutzungen einzelner Exponate.....	149
Abbildung 93: Darstellung der durchschnittlichen Verweildauer an den Exponaten pro gedrittelter Sequenz. ....	150
Abbildung 94: Darstellung der erreichten Beschäftigungsintensität im gesamten Besuchsverlauf in Prozentwerten. ....	151
Abbildung 95: Darstellung der erreichten Beschäftigungsintensität im 1. Drittel des Phänomentabesuchs. ....	152
Abbildung 96: Darstellung der erreichten Beschäftigungsintensität im 2. Drittel des Phänomentabesuchs. ....	152
Abbildung 97: Darstellung der erreichten Beschäftigungsintensität im 3. Drittel des Phänomentabesuchs. ....	153
Abbildung 98: Verteilung der Einzelfilmsequenzen.....	157
Abbildung 99: Filmaufnahmen von den besuchten Exponaten in der Dinosaurierausstellung.....	157
Abbildung 100: Verweildauer von Einzelpersonen am Exponat 1909.....	158
Abbildung 101: Intensität der Besucherinteraktionen am Exponat „Viel Kraft im Hals [1909]“ .....	159
Abbildung 102: Intensität der Besucherinteraktionen mit dem Exponat „Viel Kraft im Hals [1909]" getrennt nach Geschlechtern ohne Berücksichtigung der Altersstruktur.....	160
Abbildung 103: Darstellung der Beschäftigungsintensität aller Clustergruppen.....	160
Abbildung 104: Verweildauer von Einzelpersonen am Exponat 1902.....	162
Abbildung 105: Intensität der Besucherinteraktionen am Exponat „Beine als Pendel [1902]" .....	163
Abbildung 106: Intensität der Beschäftigung mit dem Exponat "Beine als Pendel [1902]" getrennt nach Geschlechtern ohne Berücksichtigung der Altersstruktur.....	163
Abbildung 107: Darstellung der Beschäftigungsintensität aller Clustergruppen.....	164



Abbildung 108: Verweildauer von Einzelpersonen am Exponat 1903.....	166
Abbildung 109: Intensität der Besucherinteraktion am Exponat „Gewaltige Masse [1903]“ .....	166
Abbildung 110: Intensität der Beschäftigung mit dem Exponat "Beine als Pendel [1902]" getrennt nach Geschlechtern ohne Berücksichtigung der Altersstruktur.....	167
Abbildung 111: Darstellung der Beschäftigungsintensität aller Clustergruppen.....	168
Abbildung 112: Gruppenzusammensetzung bezogen auf das Geschlecht.....	170
Abbildung 113: Anzahl der Gruppenmitglieder einer Besuchergruppe.....	170
Abbildung 114: Altersverteilung in den gemischt geschlechtlichen Gruppen.....	171
Abbildung 115: Verweildauer von Gruppen am Exponat 1909.....	172
Abbildung 116: Intensität der Besucherinteraktionen als Gruppe am Exponat „Viel Kraft im Hals [1909]“ .....	172
Abbildung 117: Intensität der Besucherinteraktionen mit dem Exponat "Viel Kraft im Hals [1909]" getrennt nach Geschlechtern ohne Berücksichtigung der Altersstruktur.....	173
Abbildung 118: Gruppenzusammensetzung bezogen auf das Geschlecht.....	175
Abbildung 119: Anzahl der Gruppenmitglieder einer Besuchergruppe.....	175
Abbildung 120: Altersverteilung in den gemischt geschlechtlichen Gruppen.....	176
Abbildung 121: Verweildauer von Gruppen am Exponat 1902.....	177
Abbildung 122: Intensität der Besucherinteraktionen als Gruppe am Exponat „Beine als Pendel [1902]“ .....	177
Abbildung 123: Intensität der Besucherinteraktionen mit dem Exponat "Beine als Pendel [1902]" getrennt nach Geschlechtern ohne Berücksichtigung der Altersstruktur.....	178
Abbildung 124: Gruppenzusammensetzung bezogen auf das Geschlecht.....	180
Abbildung 125: Anzahl der Gruppenmitglieder einer Besuchergruppe.....	180
Abbildung 126: Altersverteilung in den gemischt geschlechtlichen Gruppen.....	181
Abbildung 127: Verweildauer von Gruppen am Exponat 1903.....	182
Abbildung 128: Intensität der Besucherinteraktionen als Gruppe am Exponat „Gewaltige Masse [1903]“ .....	182

Abbildung 129: Intensität der Besucherinteraktionen mit dem Exponat "Gewaltige Masse [1903]" getrennt nach Geschlechtern ohne Berücksichtigung der Altersstruktur.....	183
Abbildung 130: Verweildauer aller Besucher am Exponat „Viel Kraft im Hals“.....	184
Abbildung 131: Verweildauer aller Besucher am Exponat „Beine als Pendel“ .....	185
Abbildung 132: Verweildauer aller Besucher am Exponat „Gewaltige Masse“.....	185
Abbildung 133: Beschäftigungsintensität der Besucher am Exponat „Viel Kraft am Hals“.....	186
Abbildung 134: Beschäftigungsintensität der Besucher am Exponat „Beine als Pendel“ .....	186
Abbildung 135: Beschäftigungsintensität der Besucher am Exponat „Gewaltige Masse“.....	187
Abbildung 136: Vergleich von Einzelpersonen und deren Gruppen in Bezug auf ihre Interaktion am Exponat „Viel Kraft am Hals“ .....	187
Abbildung 137: Vergleich von Einzelpersonen und deren Gruppen in Bezug auf ihre Interaktion am Exponat „Beine als Pendel“ .....	188
Abbildung 138: Vergleich von Einzelpersonen und deren Gruppen in Bezug auf ihre Interaktion am Exponat „Gewaltige Masse“.....	188
Abbildung 139: Meta-Scattergram nach Serrel (2010) unter Bezugnahme auf die von Serrel veröffentlichten Daten.....	191

## 9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Merkmale von formellem und informellem Lernen (nach Guderian 2007) .....	19
Tabelle 2: Lernprozesse an unterschiedlichen Lernorten (nach Konhäuser 2003).....	22
Tabelle 3: Zahl der Science Center, aufgliedert nach Regionen (nach Reinhard 2005). .....	24
Tabelle 4: Entwicklung der Museen zu Science Centers (nach Konhäuser 2004).....	27
Tabelle 5: Übersicht der Science Center in Deutschland (nach Khalisi 2012)....	32
Tabelle 6: Entwicklung der Phänomenta (nach Kiupel 1996) .....	35
Tabelle 7: Fragenkatalog der Befragungsstation.....	44
Tabelle 8: Weitere Bedingungen zur Elimination unwahrer Datensätze.....	46
Tabelle 9: Skalierung der „Hots & Colds“ (nach Serrel & Associates 2009).....	50
Tabelle 10: Tiefe des Lernens oder Lernintensität (nach Barriault 1999).....	52
Tabelle 11: Bewertungssystematik von Ausstellungsbesuchern von Falk & Holland (nach Diamond, Luke & Uttal 2009).....	53
Tabelle 12: Erweiterung: „Tiefe des Lernens“ und Lernverhalten (nach Schließmann 2005) .....	54
Tabelle 13: Kategoriensystem 1. Generation (Steuer und Wulf 2009).....	57
Tabelle 14: Pretest Kategoriensystem 1. Generation – Masterkurs Sommersemester 2009 (Steuer und Wulf 2009) .....	58
Tabelle 15: Pretest Kategoriensystem 1. Generation – Bachelor- und Masterarbeiten (Steuer und Wulf 2009).....	59
Tabelle 16: Pretest (Nachtest) Kategoriensystem 1. Generation – Bachelor- und Masterarbeiten (Steuer und Wulf 2009) .....	61
Tabelle 17: Vorschläge zur Erweiterung des Kategoriensystems (Moskatov 2010) .....	61
Tabelle 18: Kategoriensystem zur Ermittlung der Interaktionsintensität (Steuer und Wulf 2010).....	62
Tabelle 19: Pretest des Kategoriensystems in der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ (Steuer und Wulf 2012) .....	63

Tabelle 20: Drei Formen der Nutzung von Videos in der Erziehungswissenschaft (Dinkelaker / Herrle 2009) .....	64
Tabelle 21: Einteilung von Exponaten der Sonderausstellung in Prof. Fiessers Kategorienschema (nach Steuer 2015) .....	67
Tabelle 22: Einteilung von Exponaten (nach Steuer 2015) .....	68
Tabelle 23: Einteilungsschema von Exponaten der Sonderausstellung „Physik der Dinosaurier“ (nach Steuer 2015) .....	68
Tabelle 24: Kategorisierung von Cohens-Kappa-Werten (nach Kwiecien u. a. 2011) .....	77
Tabelle 25: Herkunftsübersicht der Besucher.....	82
Tabelle 26: Übersicht der Bildungsabschlüsse der erwachsenen Mehrfachbesucher.....	86
Tabelle 27: Darstellung der Untersuchungsgruppen Kinder und Jugendliche / Erwachsene mit ihren jeweiligen Antwortausprägungen „Gruppenbesucher“ oder „Einzelbesucher“ .....	88
Tabelle 28: Übersicht über die Antworten beider Altersklassen auf die Frage, wie sie auf die Phänomenta aufmerksam wurden.....	89
Tabelle 29: Darstellung der Aussage „Interesse an Naturwissenschaften“ bezogen auf das Geschlecht.....	90
Tabelle 30: Aussage „Durch meine eigenen Schulerfahrungen ist mein Verhältnis zu den Naturwissenschaften eher negativ belastet“ in der Gruppe der Erwachsenen.....	92
Tabelle 31: Angaben der Besucher auf die Frage nach dem Interesse an dem Schulfach Physik.....	94
Tabelle 32: Angaben der Besucher auf die Frage nach dem Interesse an dem Schulfach Chemie.....	95
Tabelle 33: Angaben der Besucher auf die Frage nach dem Interesse an dem Schulfach Biologie.....	95
Tabelle 34: Antworten auf die Aussage „Der Besuch der Phänomenta war lohnenswert“ .....	96
Tabelle 35: Verteilung der Schulabschlüsse der Besucher, die den Phänomentabesuch als nicht lohnenswert bewerteten.....	97
Tabelle 36: Bildungsabschlüsse bezogen auf die Personen, die die Phänomenta nicht weiterempfehlen wollen.....	104

Tabelle 37: Benotung des Phänomentabesuchs durch die einzelnen Untersuchungsgruppen.....	105
Tabelle 38: Übersicht über die aus den Daten gewonnenen Erkenntnisse.....	108
Tabelle 39: Datensatz der Basisuntersuchung.....	109
Tabelle 40: Darstellung der von den Gruppen genutzten Räume inkl. Der gemittelten Rangfolge aller Räumlichkeiten.....	116
Tabelle 41: Darstellung der beliebtesten und unbeliebtesten Räume in der Phänomenta Flensburg.....	117
Tabelle 42: Aufstellung der durchschnittlichen Experimentierdauer pro Ausstellungsraum bezogen auf die Gruppen. Die Zahlen stellen hierbei den jeweiligen Raum dar.....	117
Tabelle 43: Übersicht der Themenschwerpunkt in den Räumen der Phänomenta Flensburg.....	119
Tabelle 44: Darstellung der von den jeweiligen Gruppen genutzten Stationen in Raum 8.....	122
Tabelle 45: Übersicht der Besucher und deren Nutzung von interaktiven Experimentierstationen in Raum 8. Die Prozentangaben geben die Anzahl der Nutzer an dem jeweiligen Exponat wieder, die Zahlenwerte die jeweilige Interaktionsdauer. Die Farbbalken Stellen hierbei jeweils den Min- als auch Max-Wert dar.....	122
Tabelle 46: Darstellung der von den jeweiligen Gruppen genutzten Stationen in Raum 11.....	125
Tabelle 47: Übersicht der Besucher und deren Nutzung von interaktiven Experimentierstationen in Raum 11. Die Prozentangaben geben die Anzahl der Nutzer an dem jeweiligen Exponat wieder, die Zahlenwerte die jeweilige Interaktionsdauer. Die Farbbalken stellen hierbei jeweils den Min- als auch Max-Wert dar.....	125
Tabelle 48: Darstellung der von den jeweiligen Gruppen genutzten Stationen in Raum 12.....	127
Tabelle 49: Übersicht der Besucher und deren Nutzung von interaktiven Experimentierstationen in Raum 12. Die Prozentangaben geben die Anzahl der Nutzer an dem jeweiligen Exponat wieder, die Zahlenwerte die jeweilige Interaktionsdauer. Die Farbbalken stellen hierbei jeweils den Min- als auch Max-Wert dar.....	127

Tabelle 50: Darstellung der von den jeweiligen Gruppen genutzten Stationen in Raum 13.....	130
Tabelle 51: Übersicht der Besucher und deren Nutzung von interaktiven Experimentierstationen in Raum 13. Die Prozentangaben geben die Anzahl der Nutzer an dem jeweiligen Exponat wieder, die Zahlenwerte die jeweilige Interaktionsdauer. Die Farbbalken stellen hierbei jeweils den Min- als auch Max-Wert dar.....	130
Tabelle 52: Darstellung der von den jeweiligen Gruppen genutzten Stationen in Raum 15.....	133
Tabelle 53: Übersicht der Besucher und deren Nutzung von interaktiven Experimentierstationen in Raum 15. Die Prozentangaben geben die Anzahl der Nutzer an dem jeweiligen Exponat wieder, die Zahlenwerte die jeweilige Interaktionsdauer. Die Farbbalken stellen hierbei jeweils den Min- als auch Max-Wert dar.....	133
Tabelle 54: Darstellung der von den jeweiligen Gruppen genutzten Stationen in Raum 16.....	135
Tabelle 55: Übersicht der Besucher und deren Nutzung von interaktiven Experimentierstationen in Raum 16. Die Prozentangaben geben die Anzahl der Nutzer an dem jeweiligen Exponat wieder, die Zahlenwerte die jeweilige Interaktionsdauer. Die Farbbalken stellen hierbei jeweils den Min- als auch Max-Wert dar.....	136
Tabelle 56: Darstellung der von den jeweiligen Gruppen genutzten Stationen in Raum 17.....	139
Tabelle 57: Übersicht der Besucher und deren Nutzung von interaktiven Experimentierstationen in Raum 17. Die Prozentangaben geben die Anzahl der Nutzer an dem jeweiligen Exponat wieder, die Zahlenwerte die jeweilige Interaktionsdauer. Die Farbbalken stellen hierbei jeweils den Min- als auch Max-Wert dar.....	139
Tabelle 58: Auflistung der 20 attraktivsten Stationen in der Phänomenta Flensburg.....	143
Tabelle 59: Auflistung der 20 unattraktivsten Stationen in der Phänomenta Flensburg.....	144
Tabelle 60: Ermittlung der Experimentierdauer pro besuchtem interaktiven Exponat.....	148

Tabelle 61: Übersicht über die aus den Daten gewonnenen Erkenntnisse.....	155
Tabelle 62: Bewertung der Abbildung 104 – Beschäftigungsintensität aller Clustergruppen am Exponat 1909 .....	161
Tabelle 63: Bewertung der Abbildung 108 - Beschäftigungsintensität aller Clustergruppen am Exponat 1902 .....	165
Tabelle 64: Bewertung der Abbildung 112 - Beschäftigungsintensität aller Clustergruppen am Exponat 1903 .....	169





Liste der Exponate für den Beobachtungsbogen

<b><u>Exponate der Phänomente</u></b>						
<b>1. Eingangsbereich</b>	<b>E</b>					
a) Springbrunnen	SB					LB
b) Spiegelsäule	SS					BB
c) Geldbrunnen	GB					KL
d) Blaue Stühle	BS					LT
e) Wellenspiegel	WS					
f) Große Stühle	GS					
g) Wassersäule	WAS					
h) Spiegeldurchgang	SD					
<b>2. Begrüßungsraum</b>	<b>B</b>					
a) Sandpendel	SP					
b) Verzerrende Wand	VW					
c) Runde Spiegelbox	RS					
d) Blasensäule	BS					
<b>3. Durchgangsraum</b>	<b>D</b>					
a) Lichtspiegel	LS					
b) Umweg	UW					
c) Gleiche- Zeiten- Bahn-	GZB					
<b>4. Schülercafereria</b>	<b>S</b>					
a) Variopendel	VP					
b) Fotostation	F					
<b>5. Werkraum</b>	<b>W</b>					
a) Freier Fall	FF					
b) Finger-Labyrinth	FL					
c) Hebelarm	HA					
d) Drehtafel	DT					
<b>6. Dunkelraum</b>	<b>DR</b>					
a) Telefonieren mit Licht	TL					
b) Kopf- Tausch- Fenster	KTF					
c) Mithrender Kopf	DK					
d) Klappspiegel	KS					
e) Hohlspiegel	HS					
f) Farbiger Schatten	FS					
g) Seifenblasen	SB					
h) Trickbild	TB					
i) Schwarzlichtspiegel	SS					
j) Tornado	T					
<b>7. Aufgang eins</b>	<b>A1</b>					
a) Optische Täuschung-	OT					
b) Stäbchenbrücke	SB					
<b>8. Erster Stock links</b>	<b>IS</b>					
a) Wilder Reiter	WR					
b) Seilzug	SZ					
c) Weiche Brücke	WB					
d) Blitz (erfrorene Schatten)-	B					
e) Pupillenbeobachtung-	PB					
f) Licht und Schatten	LS					
g) Ton-Sand-Tisch	TS					
h) Bauklötze	BK					
i) Farbdreiecke	FD					
j) Farbrad	FR					
k) Hebeluft	HL					
l) Rolle bergauf	RB					
m) 3D- Bilder	3D					
n) Spiegelsäulen, Sand-	SS					
o) Sandplatten	SP					
<b>9. Aufgang zwei</b>	<b>A2</b>					
a. Spiegeldreieck	SD					
b. Springring	SR					
<b>10. Cafeteria</b>	<b>C</b>					
a. Riechschrank	RS					
b. Sandbild	SB					
<b>11. Raum hinter der Cafeteria</b>	<b>RC</b>					
a. Verrücktes Pendel	VP					
b. Großer Wertlauf	W					
c. Luftsprung	LS					
d. Moiré Muster	MM					
e. Segeln Wind	S					
f. Drei- Zeilen- Pendel-	DZP					
g. Handbatterien	HB					
h. Resonanzkugeln	RK					
i. Unsichtbare Feder	UF					
j. Pendelkette	PK					
k. Große Feder	GF					
l. Wasserwaagen	WW					
m. Rollen	R					
n. Pendeltisch	PT					
o. Resonanzpendel	RP					
p. Fahrstuhl	FS					
q. Fahrrad	FR					
r. Phasenpendel	PP					
s. Reaktionstest	RT					
t. Gewichtheber	GH					
u. Wasserkugel	WK					
v. Wasserstrudel	WS					
p) Lochbrett	-					
q) Brückenbau	-					
r) Kettenlinie	-					
s) Lichtloses Tasten	-					

<b>12. Empore</b>	<b>EM</b>	<b>16.</b>	<b>Mathezentrum</b>	<b>M</b>	<b>e.</b>	Stroboskopischer Effekt	SE
a. Blaue Wand	BW	a.	Zahlentafel	ZT	f.	Wellenspiegel	WS
b. Großes Klick Klack	GKK	b.	Wörterrechnen	WR	g.	Raumspiegel	RS
c. Gewichts Tausch	GT	c.	Metallständer	MS	h.	Großer Spiegel	GS
d. Urmotor	UR	d.	Symmetrisch	S	i.	Augen erkennen	AE
e. Mein Widerstand	MW	e.	Würfel	WF	j.	Blinden ABC	BA
f. Lupenwand	LW	f.	Grenzkörper	GK	k.	Haut als	
g. Chaos Pendel	CP	g.	Stellensystemuhr	SU		Thermometer	HAT
<b>13. Gläserne Reaktion</b>	<b>G</b>	h.	Girasole	G	l.	Drehender Würfel	DW
a. Finde- die- Mitte	FDM	i.	Möndchen	Mö	m.	Wackelwand	WW
b. Sprachsynthese	SS	j.	Krypta Schablone	KS	n.	Tastpfad	TP
c. Sprechen/ hören	SH	k.	Goldener Schnitt	GS	o.	Rotorrelief	RR
d. Morsetisch	M	l.	Mozarts Würfelspiel-	MW	p.	Spirale	SP
e. Science News	SN	m.	Langton Ameisen	LM	q.	Einstülp-/Ausstülp	EA
f. 3D- Spiegel	3DS	n.	Selbstähnlichkeit	SÄ		<b>Zwergenphänomente</b>	<b>Z</b>
g. Wörterwand	WW	o.	Bunte Formen	BF	a.	Drehlabyrinth	DL
<b>14. Aufgang drei</b>	<b>A3</b>	p.	Turm von Hanoi	TH	b.	Luftpost	LP
a. Speichenglocke	SG	q.	Kuschelkubikmeter	K	c.	Zwergenhaus	ZH
b. Schiefes Haus	SH	r.	Rangierproblem	RP	d.	Rohrmusik	RM
c. Rundspiegel	RS	s.	Somawürfel	SW	e.	Angelstation	AS
<b>15. Akustik Links</b>	<b>AL</b>	t.	Würfelschlange	WS	f.	Fühlkasten	FK
a. Stimme sehen	SS	u.	Tangram	T	g.	Rundtisch	RT
b. Kerze aus	KA	v.	Alle Lichter an	LA	h.	Holzbrücke	HB
c. Schallrohr	SR	w.	Gewichte	GW	i.	Waage	W
d. Keyboard	Key	x.	Dreiecksschatten	DS	j.	Spiegelquadrat	SQ
e. Hörmemory	HMI	y.	PI-Wand	PI	k.	Drehkreisel	DK
f. Verschlüsseln	VS	z.	Schattenwürfel	STW	l.	Murmelbahn	MB
g. Gleich/Ungleich	GU	aa.	Spiegelschreiben	SS			
h. Synchron	Sync	bb.	Primzahlen	PZ			
i. Schiefer Stuhl	SST	cc.	Cäsar Verschlüsselung	CV			
j. Sehen und Fühlen	SF	<b>17. Raum mit Wärmekamera RW</b>	<b>RW</b>				
k. Rotierendes Quadrat	RQ	a.	Wärmekamera	WK			
		b.	Überstrahlung	US			
		c.	Drehrad	DR			
		d.	Telefon	T			

Kürzel Wetter: S= sonnig HbW= heiter bis wollig TB= trocken/bewölkt R= regen  
T= Temperatur

## Befragungsbogen

### Befragung der Universität Flensburg zur Nutzung der Experimente in der Phänomena

1. Warst Du schon einmal in der Phänomena?  Ja  Nein  
 Wenn ja, wie oft?  1mal  2mal  3mal  mehr als 3mal
2. Wie bist Du auf die Phänomena aufmerksam geworden?  
 Freunde  Flyer/ Handzettel  Internet  Reiseführer  Zeitung  
 Sonstiges: \_\_\_\_\_

3. Warum bist Du in die Phänomena gekommen?  
 Interesse an Naturwissenschaften/Physik  Spaß am Experimentieren  
 Entspannung/Erholung  wegen des Wetters  
 Begleitung von Freunden/Familie  
 Sonstiges: \_\_\_\_\_

4. Inwieweit treffen die folgenden Aussagen für Dich zu?
- |   | Trifft voll zu                      | trifft zu                | trifft eher nicht zu     | trifft nicht zu          |
|---|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Ich interessiere mich für Naturwissenschaften | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ich experimentiere gerne                      | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ich lese gerne über Wissenschaften            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

5. Wie lange hat Dein Besuch gedauert? 2:0h

6. An welche Stationen kannst Du dich besonders gut erinnern?  
Hörn und spielen Synchronisation Wäner

7. Inwieweit stimmst Du den folgenden Aussagen zu?
- |  | stimme voll zu                      | stimme zu                           | stimme eher nicht zu                | stimme nicht zu          |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Mir hat die Phänomena Spaß gemacht                   | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| Der Phänomentabesuch war langweilig                  | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ich habe in der Phänomena viel gelernt               | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| Der Phänomentabesuch war interessant                 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| Ich habe mich gerne mit den Experimenten beschäftigt | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| Mir haben ausführliche Erklärungen gefehlt           | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| Die Experimente waren abwechslungsreich              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| Die Experimente waren zu kompliziert                 | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ich würde gerne wieder in die Phänomena kommen       | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| Ich kann die Phänomena weiter empfehlen              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

8. Insgesamt würde ich der Phänomena folgende Schulnote geben:  
 sehr gut  gut  befriedigend  ausreichend  mangelhaft  ungenügend

Zum Schluss noch ein paar persönliche Fragen für unsere Statistik:

- Ich bin  männlich  weiblich Mein Alter: 12 Jahre  
 Bist Du mit anderen Personen da?  Ja  Nein Aus welcher Stadt kommst Du? HH  
 Welchen Schulart (z.B. Regionalschule oder Gymnasium) besuchst Du? Gymnasium

Vielen Dank, dass Du diesen Fragebogen ausgefüllt hast. Deine Angaben werden selbstverständlich anonym und vertraulich behandelt.

## Beispiel für einen Steckbrief eines Exponats

Version 1.03


Fotostation		402[F]
		
<b>Bemerkung:</b>		
Schwierig in der Durchführung		
Alterungsprozess: Biologie		
Nicht eindeutig zuzuordnen / unter Vorbehalt		
<b>Naturwissenschaftliche Disziplin:</b>		
primär	Biologie <input checked="" type="checkbox"/>	Physik <input type="checkbox"/> Chemie <input type="checkbox"/>
sekundär	Biologie <input type="checkbox"/>	Physik <input checked="" type="checkbox"/> Chemie <input type="checkbox"/>
<b>Betroffene Sinne:</b>		
Visuell (sehen)	<input checked="" type="checkbox"/>	Olfaktorisch (riechen) <input type="checkbox"/>
Auditiv (hören)	<input type="checkbox"/>	Taktil (fühlen) <input type="checkbox"/>
<b>Sozialform:</b>		
Einzelexperiment	<input checked="" type="checkbox"/>	Gruppenexperiment <input type="checkbox"/>
<b>Durchführung:</b>		
alleine	<input checked="" type="checkbox"/>	zwingend alleine <input type="checkbox"/>
als Gruppe	<input type="checkbox"/>	zwingend als Gruppe <input type="checkbox"/>
<b>Interaktionsdaten</b>		
	1 2 3 4 5	
Bewegungsanteil	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	(1 = sehr wenig / 5 = sehr hoch)
Kommunikationsanteil	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	(1 = sehr wenig / 5 = sehr hoch)
	1 2 3 4 5	
Schwierigkeit	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	(1 = eher leicht / 5 = eher schwer)
Vorwissen notwendig	<input type="checkbox"/>	

Bild: von Thorsten Bader und Ilona Vull

## Beispiele für Tätigkeitsprotokolle

Schaut Exponat an	ID 025
Nimmt zwei Handgriffe auf	ID 025
Ruft in den Raum: " Niklas..., Niklas..., Niklas, guck mal hier!"	ID 025
Zieht mit beiden Händen an zwei Handgriffen	ID 025
Variiert den Kräfteinsatz in beiden Händen	ID 025
Lässt Handgriffe fallen	ID 025
Verlässt Exponat	ID 025
Sieht Exponat an	ID 026
Nimmt zwei Handgriffe auf	ID 026
Zieht mit beiden Händen in zwei Handgriffen	ID 026
Variiert den Kräfteinsatz in beiden Händen	ID 026
Lässt Handgriffe fallen	ID 026
Verlässt Exponat	ID 026
Sieht Exponat an	ID 027
Nimmt zwei Handgriffe auf	ID 027
Zieht mit beiden Händen an zwei Handgriffen	ID 027
Lässt Handgriffe fallen	ID 027
Untersucht Rollenmechanik	ID 027
Sortiert Seilführung in Rollenmechanik	ID 027
Nimmt einen Handgriff auf	ID 027
Zieht mit beiden Händen an einem Handgriff	ID 027
Nimmt weiteren Handgriff auf	ID 027
Sortiert Handgriffe	ID 027
Zieht mit beiden Händen an zwei Handgriffen	ID 027
Ruft in den Raum: " Jonas, guck mal!"	ID 027
Variiert den Kräfteinsatz in beiden Händen	ID 027
Lässt einen Handgriff fallen	ID 027
Zieht mit einer Hand an einem Handgriff	ID 027
Ruft zu einer Person: " Jonas, stell dich mal darunter!"	ID 027
Variiert den Kräfteinsatz an einer Hand	ID 027
Ruft zu einer Person: " Jonas, nun stell dich doch mal darunter!"	ID 027
Entfernt sich vom Exponat, hält jedoch noch einen Handgriff fest. Das Seil ist hierbei unter Zug.	ID 027
Kehrt zum Exponat zurück	ID 027
Schaut anderen Personen an anderen Exponaten zu	ID 027
Zieht mit einer Hand an einem Handgriff	ID 027
Beobachtet Mitarbeiter Lars wie er einem anderen Besucher die Funktion des langen Halses erklärt.	ID 027
Lässt Handgriffe fallen	ID 027
Verlässt Exponat	ID 027

1	schaut Exponat an	ID 143
2	nimmt Tier- und Fahrzeugmodelle aus Waagschale (Links)	ID 143
3	kniet sich vor Exponat	ID 143
4	legt Fahrzeugmodelle in Waagschale (Links), bis sich die Waagschale im Gleichgewicht befinden	ID 143
5	beobachtet Exponat	ID 143
6	verlässt Exponat	ID 143

1	schaut Exponat an (im vorbeigehen)	ID 212
2	Verlässt Exponat	ID 212

1	schaut Exponat an	ID 214
2	kniet vor Exponat	ID 214
3	berührt Exponat	ID 214
4	legt Fahrzeugmodelle in Waagschale zum Dinosauriermodell (rechts)	ID 214
5	leert Waagschale (Links)	ID 214
6	leert Waagschale (rechts)	ID 214
7	hält Pendelstange fest --> Waage befindet sich im Gleichgewicht	ID 214
8	spielt mit Dinosauriermodell	ID 214
9	legt Fahrzeugmodelle (Busse) in Waagschale (Links)	ID 214
10	Legt Dinosauriermodell in Waagschale (rechts)	ID 214
11	Legt Fahrzeugmodelle (Busse) in Waagschale (Links)	ID 214
12	beobachtet Exponat	ID 214
13	zählt die Fahrzeugmodelle in Waagschale (Links)	ID 214
14	legt Fahrzeugmodell (Rettungswagen) in Waagschale (Links)	ID 214
15	beobachtet Exponat	ID 214
16	nimmt Fahrzeugmodell (Rettungswagen) aus Waagschale (Links)	ID 214
17	Legt Fahrzeugmodell in Waagschale (Links)	ID 214
18	beobachtet Exponat	ID 214
19	Legt weitere Fahrzeugmodelle in Waagschale (Links)	ID 214
20	beobachtet Exponat	ID 214
21	nimmt Fahrzeugmodelle aus Waagschale bis die Waage sich im Gleichgewicht befindet	ID 214
22	beobachtet Exponat	ID 214
23	versucht zwei Tiermodelle auf den Querbalken der Waage zu positionieren (einer Links und einer rechts)	ID 214
24	legt je ein Tiermodell in beide Waagschalen	ID 214
25	verlässt Exponat	ID 214

## Datensatz zur Trackinguntersuchung

ID	Geschlecht	Alter	Zeit in der Ausstellung	Zeit an den Exponaten	Anzahl genutzter Exponate
1	M	11 (KJ)	01:15	00:31:42	52
2	W	65 (E)	01:00	00:23:45	27
5	M	46 (E)	02:30	00:54:29	45
6	W	11(KJ)	01:30	00:37:02	34
7	M	29 (E)	01:35	00:31:40	92
9	W	31 (E)	01:40	00:32:32	43
10	M	13 (KJ)	01:50	00:36:20	44
11	M	10 (KJ)	01:30	00:07:16	42
12	W	21 (E)	02:15	00:52:45	54
14	M	42 (E)	01:30	00:29:08	52
15	W	12 (KJ)	01:40	00:50:22	58
16	M	69 (E)	02:05	00:43:08	58
18	M	12 (KJ)	01:20	00:40:23	55
19	W	10 (KJ)	03:40	02:09:20	129
20	W	41 (E)	02:30	00:59:17	52
22	M	43 (E)	01:30	00:39:18	46
23	W	20 (E)	01:40	00:31:39	36
24	W	23 (E)	02:00	01:01:33	54
25	M	41 (E)	01:10	01:04:33	79
26	W	13 (KJ)	01:35	00:50:24	54
27	W	9 (KJ)	02:30	01:28:57	74
29	M	48 (E)	02:50	00:27:56	65
30	M	6 (KJ)	02:30	00:47:01	78
32	M	18 (E)	02:00	00:51:42	47
36	M	45 (E)	01:40	00:47:20	36
38	W	50 (E)	02:15	00:48:44	41
39	W	41 (E)	03:15	00:40:09	54
40	W	9 (KJ)	02:30	00:45:19	85
41	M	30 (E)	*	00:41:12	61
43	W	50 (E)	*	01:00:20	46
44	M	40 (E)	*	01:11:48	60
45	M	9 (KJ)	*	00:25:01	46
46	W	9 (KJ)	*	00:45:37	44
47	M	12 (KJ)	*	00:48:26	41
48	M	40 (E)	*	01:06:31	53
49	W	10 (KJ)	*	01:04:19	59
50	M	30 (E)	*	01:12:47	69
52	W	45 (E)	*	00:49:02	62
54	W	45 (E)	*	01:27:15	41
56	W	39 (E)	*	01:22:19	49
57	M	20 (E)	*	00:47:55	54
58	W	20 (E)	*	01:05:16	66
59	W	14 (KJ)	*	01:00:30	39

60	W	10 (KJ)	*	01:35:11	57
62	M	5 (KJ)	*	00:17:54	22
63	M	8 (KJ)	*	01:11:09	52
65	M	8 (KJ)	*	00:41:43	34
67	M	11 (KJ)	*	00:59:53	47
68	M	12 (KJ)	*	00:25:31	23
69	M	11 (KJ)	*	00:51:27	48
72	M	6 (KJ)	*	01:21:27	65
73	W	15 (KJ)	*	00:41:30	46
74	W	25 (E)	*	01:11:35	65
75	W	13 (KJ)	*	00:54:00	54
76	W	8 (KJ)	*	00:44:28	35
79	W	8 (KJ)	*	01:21:16	56

Tabelle: Ausgeloster Datensatz für das Tracking

\* Daten waren nicht mehr rekonstruierbar



## 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 Thorsten Steuer 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.



Niebüll, den 17.04.2015