

**Julius-Maximilians-Universität
Würzburg**

Erste Staatsprüfung für ein Lehramt an Realschulen 2012

Schriftliche Hausarbeit

Thema: „Science Center im Spannungsfeld zwischen
Wissensvermittlung und Freizeitspaß“

Eingereicht von: Gabriele Kubacki

Fach: Physik und ihre Didaktik

Eingereicht am: 1. Oktober 2012

Dozent: Prof. Dr. Thomas Trefzger

Vorwort

In vorliegender Arbeit wird sowohl für die maskuline als auch für die feminine Berufsbezeichnung immer nur die maskuline Form verwendet. Dies dient allein der Übersichtlichkeit und besseren Lesbarkeit des Textes und soll keinerlei Diskriminierung darstellen. Bei der Verwendung der maskulinen Form sind im Weiteren immer beide Geschlechter gemeint.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	5
2	Begriffseingrenzung.....	9
2.1	Science Center.....	9
2.2	Zuordnung in den Bereich des Edutainments.....	11
3	Geschichtliches.....	13
3.1	Die ersten Vorbilder.....	13
3.2	Das EXPLORATORIUM als erstes Science Center.....	13
3.3	Science Center heute.....	14
3.4	Zukünftige Entwicklungstendenzen.....	16
4	Pädagogische und psychologische Hintergründe.....	17
4.1	Situationales und individuelles Interesse.....	17
4.2	Informelles versus Formelles Lernen.....	18
4.3	Zusammenhang zwischen Behalten und angesprochenem Sinnesorgan.....	20
4.4	Drei Lernkontexte.....	22
5	Science Center im Vergleich.....	25
5.1	Fachausrichtung.....	25
5.2	Gestaltung und Aufbau.....	26
5.3	Zielgruppe.....	29
5.4	Konzept.....	31
5.5	Begleittexte und Exponate.....	33
5.5.1	Begleittexte.....	33
5.5.2	Exponate.....	37
6	Konzeption der Frage- und Beobachtungsbögen, Interviews.....	39
6.1	Erstellung eines Fragebogens.....	39
6.2	Konzeption der Fragebögen.....	40
6.3	Erstellung eines Beobachtungsbogens.....	41
6.4	Konzeption des Beobachtungsbogens.....	41
6.5	Erstellung eines Interviewleitfadens.....	41
6.6	Konzeption des Interviewleitfadens.....	42
7	Ergebnisse der Fragebögen und Interviews.....	43
7.1	Auswertung der Fragebögen.....	43

7.2	Auswertung der Interviews	51
7.3	Resultat der Fragebögen	56
8	Verwirklichung eines Exponates: Lehrsatz des Pythagoras	57
8.1	Warum gerade dieses Thema?.....	57
8.2	Konzeption und Realisierung eines eigenen Exponates	57
8.2.1	Allgemeines zu Exponaten und Begleittexten	57
8.2.2	Konsequenz aus den gewonnenen Erkenntnissen für Exponaterklärungen.....	59
8.2.3	Exponate.....	61
8.3	Darstellung des Satzes des Pythagoras in den besuchten Science Centern.....	64
8.3.1	Pythagoras im HAUS DER NATUR, Salzburg	64
8.3.2	Pythagoras in der experiMINTa, Frankfurt.....	65
8.4	Konsequenz für die eigene Verwirklichung	67
8.4.1	Aufbau	68
8.4.2	Erklärungs- und Hintergrundwissenstext	69
8.4.3	Begründung für die Konzeption der beiden Texte	73
9	Kritische Reflexion	75
10	Danksagung	77
11	Literaturverzeichnis	79
12	Anhang.....	81

1 Einleitung

Wie schafft man es Schüler, Jugendliche und Erwachsene für ein *Museum* zu begeistern? Ganz einfach: Man lässt sie selber experimentieren. Es gibt keine langen und trockenen Vorträge zu Themen, die nicht interessieren, keine Bilder zu sehen, die man nicht anfassen darf und man ist auch nicht gezwungen, sich ruhig zu verhalten. Nein, die eigentliche Absicht von den sogenannten *Science Centern* ist, dass man Spaß haben soll und auf spielerische Art und Weise naturwissenschaftliche Hintergründe vermittelt werden. Realisiert hat man dies durch Versuchsaufbauten zu verschiedenen Bereichen des Lebens in den Bereichen der Physik, Mathematik, Technik, Biologie und Chemie. Es gilt selbst Hand anzulegen, um sie zu verstehen, also *hands-on* und *minds-on* anstatt *Anfassen verboten*, wie es in den meisten Museen die Devise ist. Obwohl die Themen überwiegend naturwissenschaftlicher Art sind, gibt es hinsichtlich der Experimentierfreude und dem Forscherdrang keine Grenze. Es ist sogar erwünscht, dass gerade Themen wie Energie, Optik, Mechanik, Wahrscheinlichkeit und viele verwandte Themengebiete mal anders, beziehungsweise neu entdeckt werden. Viele Rätsel unseres Alltages können mit Hilfe der Naturwissenschaften erklärt werden, zum Beispiel die Frage: „Wie entstehen eigentlich Tornados?“ oder „Wie kann man eigentlich Energie umwandeln?“. Solche und viele andere Fragen rund um Alltag, Naturerscheinungen, Technik und vieles mehr sollen in Science Centern selbstständig von den Besuchern geklärt werden. Dabei werden sie meistens nicht alleine gelassen, sondern von Besucherbetreuern und Begleittexten unterstützt. Diese Begleittexte können als Gebrauchsanweisung des Exponates verwendet oder zur Erklärung des wissenschaftlichen Hintergrundes genutzt werden.

So verschieden die herkömmlichen Museen sind, so unterschiedlich sind auch die diversen Science Center aufgebaut. Mal liegt der Fokus mehr auf dem Spaßaspekt, mal auf der Wissensvermittlung. Doch eigentlich wollen sie beides schaffen. So befinden sich Science Center immer im Spannungsfeld zwischen Wissensvermittlung und Freizeitspaß. Doch gerade solche Lernorte werden meist kritisch betrachtet, wie folgendes Zitat veranschaulicht: *„Die meist unstrukturierte, planlose und vom Lerner selbstbestimmte Lernerfahrung beim informellen Lernen stellt eine Antipode zum Schulunterricht dar. Die hat zur Folge, dass außerschulischen Lernorten die Fähigkeit abgesprochen wird, Wissen vermitteln zu können. Gerade diese Tatsache, dass sich Museen oder ähnliche Einrichtungen auch die Unterhaltung einer möglichst großen Zielgruppe zum Ziel setzen, ohne sie überprüfen zu wollen, wiegt dabei schwer:*

„[...] when education and entertainment are brought together under the same roof, education seems to be the loser.“ (Guderian, 2006) und (Shortland, 1987)

Um eine Antwort auf die Frage zu finden, ob Science Center es schaffen, Wissen zu vermitteln ohne den Späßeffect zu vernachlässigen (Oder anders ausgedrückt: Schaffen es Science Center, neben ihrem Stand als Freizeiteinrichtung, dass die Besucher etwas lernen?) wurden mehrere Science Center im deutschsprachigen Raum besucht, Besucher beobachtet und befragt. Wie ansprechend sind die einzelnen Einrichtungen gestaltet? Wo liegen die Unterschiede der verschiedenen Science Center und wie wurde das jeweilige Konzept umgesetzt? Wie verständlich und ausführlich sind die Exponate mitsamt dazugehörigem Begleittext? Diese Arbeit stellt eine Zusammenfassung der Ergebnisse dar.

Gibt man die Suchbegriffe *Science Center in Deutschland* in der Internetsuchmaschine GOOGLE ein, so erscheinen 3.450.000 Treffer, die mit den Suchbegriffen in Verbindung zu stehen versprechen. Es erscheint auf einer Landkarte die Internetadresse www.science-museum.de, wo fast alle Science Center in Deutschland eingezeichnet sind (*vgl. Abb. 1*). Darunter findet man auch die Science Center „experiMINTa“ in Frankfurt und „EXPERIMENTA“ in Heilbronn, welche im Rahmen dieser Hausarbeit besucht wurden. Des Weiteren wurden noch zwei weitere Science Center in Österreich untersucht: das „HAUS DER NATUR“ in Salzburg und „WELIOS“ in Wels.

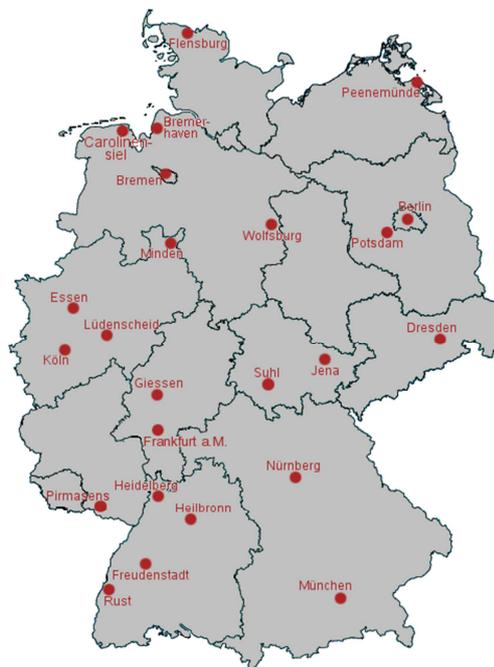


Abbildung 1: Standorte der Science Center in Deutschland¹

¹ www.science-museum.de (Stand 6.9.2012)

Ausgehend von Besuchen in mehreren Science Centern und den Ergebnissen der Befragungen zahlreicher Besucher vor, während und nach der Besichtigung ist diese Hausarbeit entstanden. Sie soll den Begriff des Science Centers erklären und selbst bei Menschen, die sich nicht für Naturwissenschaften begeistern können wenigstens Interesse und Neugier für diese ganz besondere Art des Museums wecken, indem die pädagogisch-psychologischen Hintergründe näher betrachtet und außerschulische Lernorte etwas genauer charakterisiert werden.

Ein weiteres Ziel dieser Arbeit stellt die Betrachtung dieser Einrichtungen im Spannungsfeld zwischen Wissensvermittlung und Freizeitspaß dar. Hierzu wurden die von Besuchern der verschiedenen Science Center ausgefüllten Fragebögen, die mit ihnen und Mitarbeitern der Häuser geführten Interviews sowie die gesammelten individuellen Eindrücke zusammengefasst und analysiert.

Zuletzt wurde sich noch tiefer mit dem Anspruch an ein Exponat und dessen Text beschäftigt und ein eigenes Textkonzept aus den gesammelten Eindrücken erarbeitet.

2 Begriffseingrenzung

2.1 Science Center

Zu Beginn soll der Begriff des *Science Centers* eingegrenzt werden. Wörtlich übersetzt bedeutet er so viel wie *Wissenschaftszentrum*. Häufig sind auch die Bezeichnungen Erlebnis-, Interaktiv- oder Mitmachmuseum zu finden (Reinhardt, 2005). Eine einheitliche Übersetzung gibt es nicht.

Prinzipiell ist es die Grundidee eines jeden Science Centers, ein Experimentierfeld zu sein, in welchem naturwissenschaftliche Phänomene vermittelt werden sollen. Dies geschieht meist über sogenannte Hands-on-Exponate, welche den Besucher dazu ermutigen sollen, selber Hand an die Experimente zu legen und somit die Durchführung eigenständig zu gestalten. Er ist somit Teil der Ausstellung und zum Benutzer geworden. Der Besuch soll aktiv selber gestaltet, die Phänomene erforscht und sich somit weitergebildet werden. „*Erklärtes Ziel [eines Science Centers] ist es [...], Erfahrungen mit wissenschaftlichen Phänomenen zu ermöglichen und dem Besucher ein positives Erlebnis zu offerieren*“ (Reinhardt, 2005), sowie „*[...] die Naturwissenschaften aus der ausschließlichen Domäne der Experten heraus[zu]lösen, sie [zu] entmystifizieren und ins allgemeine Bewußtsein [zu] rücken. Es [...] [soll] die Leute davon überzeugen, daß Naturwissenschaft zu treiben für jeden interessant und anregend sein kann.*“ (Hein, 1993)

Dabei betonte schon Frank Oppenheimer², dass Science Center nicht die Aufgabe hätten, die richtige Antwort zu geben, sie sollen die „*Zuversicht [...] vermitteln, selbst Ergebnisse zu gewinnen. Das EXPLORATORIUM sei dem freien Spiel der Phantasie verpflichtet – darauf beharrte er – und nicht dem Geschäft, Taten zu vollbringen.*“ (Hein, 1993)

Nach Engeln und Euler (2005) lassen sich die Ziele außerschulischer Bildungsstätten, wie Schülerlabore oder Science Center, wie folgt zusammenfassen:

- Selbstständiges Experimentieren steht im Mittelpunkt.
- Das Interesse an Naturwissenschaften soll gefördert werden.
- Berufe und Tätigkeiten in naturwissenschaftlichen Bereichen sollen vorgestellt werden.
- Durch die Betonung der Alltagsnähe wird aufgezeigt, dass Naturwissenschaften gerade für die Gesellschaft wichtig sind.

² Frank Oppenheimer gründete im Jahr 1969 das erste Science Center der Welt in San Francisco, Kalifornien, USA. Das EXPLORATORIUM ist ein interaktives Museum, welches versucht, Naturwissenschaft und Kunst zu verbinden.

- Der neueste Stand der Technik, Naturwissenschaft und Forschung soll vermittelt werden.

Aus konstruktivistischer Sicht soll eine gute Lernumgebung, wie sie ein Science Center bieten möchte, fünf Grundzüge beachten (Pawek, 2009).

Erstens soll die Lernumgebung authentisch und situiert sein. Durch die Darstellung realitätsnaher, im Alltag vorkommender Probleme, wird das durch den Science Center-Besuch erworbene Wissen in Vorwissen integriert und dadurch besser im Gedächtnis verknüpft werden.

Zweitens sollte darauf geachtet werden, die Phänomene aus multiplen Perspektiven zu betrachten und in unterschiedliche Kontexte einzubetten, damit das Gelernte flexibel auch auf andere Standpunkte übertragen werden kann und eben nicht nur aus einem Blickwinkel betrachtet wird. Dies erleichtert es den Lernenden das Gelernte flexibel auf mehrere Situationen zu übertragen. Dieser Aspekt wurde in der experiMINTa besonders beachtet.

Drittens muss die Möglichkeit bestehen, mit anderen Besuchern zusammenzuarbeiten, sich gegenseitig zu unterstützen und gemeinsam über das Gesehene zu diskutieren. Dies kann unter dem sozialen Kontext zusammengefasst werden. Besucht man ein Science Center, so fällt schnell auf, dass dieser Aspekt gut umgesetzt wird: Überall diskutieren die Besucher über das Vorgehen bei einem Exponat oder beratschlagen über die Erklärung des eben beobachteten Effekts. Gerade Exponate, welche nur in einer Kleingruppe durchgeführt werden können regen selbst vorher unbekannte Menschen verschiedenster Altersgruppen dazu an, sich zusammen zu tun, Erfahrungen auszutauschen und gemeinsam die Naturwissenschaft zu erleben.

Viertens soll der Besucher sich mit den eigenen kognitiven Prozessen auseinandersetzen. Er soll das Ausgeführte reflektieren und den Lernerfolg selbst kontrollieren.

Fünftens müssen trotz aller Absichten bestimmte Freiheitsgrade bestehen bleiben. So ist es von großer Bedeutung, dass Inhalte nicht einfach fertig präsentiert werden. Die Besucher sollen sich selber aktiv beteiligen, eigene Ideen einbringen, persönliche Erfahrungen machen und die Ergebnisse auf ihre Weise interpretieren, denn nach Einstein ist „*Imagination [...] more important than knowledge*“ (Reinhardt, 2005). Die Besucher sollen experimentieren, Phänomene erforschen und die aufkommenden Fragen versuchen mithilfe ihrer Fantasie, ihrer Vorstellungskraft und ihres Vorwissens selbst zu beantworten.

Inwiefern all diese Punkte in den Science Centern verwirklicht wurden, wird in einem späteren Kapitel behandelt.

2.2 Zuordnung in den Bereich des Edutainments

Science Center wollen spielerisch Wissen über Naturwissenschaft vermitteln. Schon dieser Vorsatz alleine verbindet die beiden Bereiche der Bildung (Education) und der Unterhaltung (Entertainment). Die Einrichtungen bezwecken eine Wissensvermittlung in Bezug auf wissenschaftliche Arbeitsweisen und wecken Neugier an naturwissenschaftlichen Themen. Gleichzeitig soll dies nicht auf die gewohnte Weise geschehen, sondern mit positiven Gefühlen verbunden sein, einem Empfinden, dass man die Welt um sich herum verstehen kann und auch Physik, Chemie, Mathematik und Technik keine unantastbaren Wissenschaften darstellen, deren Verständnis nur einigen wenigen Experten vorbehalten ist (Hein, 1993).

|

3 Geschichtliches

3.1 Die ersten Vorbilder

Schon seit dem 17./18. Jahrhundert lassen sich Aufzeichnungen über wissenschaftliche Vorträge und Ausstellungen finden, die das Ziel hatten, einem breiten Publikum Naturwissenschaft näher zu bringen. So wären zum Beispiel die Weihnachtsvorlesungen des Physikers Michael Faraday aus dem Jahre 1860 oder Vorträge von Alexander von Humboldt über die *Physik der Welt* zu erwähnen (Schaper-Rinkel, Giesecke, & Bieber, 2001).

Bereits damals gab es schon Museen wie die Urania in Berlin, welche nicht nur als *typisches Museum* dienten, sondern auch eine Sternwarte, ein wissenschaftliches Theater und einen Experimentiersaal für ihre Besucher bereitstellten. Dort fanden Vorträge und kleinere Experimentiershows von berühmten Physikern statt. Noch heute sind solche wissenschaftlichen Vorträge weit verbreitet, so sei hier stellvertretend die Veranstaltung *Physik am Samstag* der Universität Würzburg erwähnt, welche mehrmals im Jahr die interessierte Öffentlichkeit einlädt, um Neuigkeiten aus der aktuellen Forschung zu vermitteln.

3.2 Das EXPLORATORIUM als erstes Science Center

Die erste Einrichtung, welche sich selber als Science Center bezeichnete und verstand, war das EXPLORATORIUM in San Francisco, USA. Dort errichtete Frank Oppenheimer zusammen mit seiner Frau Jackie im Jahre 1969 eine, bis dato neue Art von Museum, die Schwerpunkte auf Wahrnehmung, Kunst und Naturwissenschaft legte. Die diesem Bau zugrunde liegende Absicht Oppenheimers bringt folgendes Zitat sehr gut zum Ausdruck:

„Die eigentliche Mission des EXPLORATORIUMS ist doch, den Menschen die Gewißheit zu vermitteln, daß man die Welt um sich herum verstehen kann. Meines Erachtens hat ein Großteil der Leute es aufgegeben, ihre Mitwelt zu verstehen, und wenn sie sich bei der physikalischen Welt geschlagen geben, reagieren sie bei gesellschaftlichen und politischen Dingen ebenso. Ich glaube, wenn wir aufhören, die Dinge verstehen zu wollen, sind wir alle verloren.“ (Hein, 1993)

Die Menschen sollen im EXPLORATORIUM wieder Mut fassen ihre Umwelt verstehen zu können und durch eigenes Hand-Anlegen an den Exponaten selber Erfahrungen machen und Erklärungen finden. Sie sollen erkennen, dass Naturwissenschaften für Laien verständ-

lich sein können und jeder ein Grundverständnis für die Phänomene besitzt. Weiterhin wird deutlich, dass wir alltäglich mit naturwissenschaftlichen Phänomenen konfrontiert werden, wie zum Beispiel beim Autofahren oder beim Sonnenuntergang.

Bei all den Exponaten ist das Hauptaugenmerk nicht darauf gelegt, dass die Besucher oder besser gesagt *Teilnehmer* wirklich den ganzen wissenschaftlichen Hintergrund verstehen und erklären können, sondern dass sie das Gefühl haben, etwas gelernt zu haben; etwas Altes neu verstanden zu haben und dabei selber federführend gewesen zu sein. Im besten Fall hat ein Exponat oder ein Themengebiet beim Besucher Interesse geweckt und regt ihn dazu an, sich weiterhin mit diesem Gebiet zu beschäftigen.

Doch selbst zur Zeit Oppenheimers war dieser Gedanke des Begreifens der Naturwissenschaften für Jedermann nicht komplett neu. So waren etwa die *Urania* in Berlin oder das *Erfahrungsfeld der Sinne* auf der Weltausstellung 1967 von Hugo Kükelhaus Vorgänger, was das Konzept des EXPLORATORIUMS und vieler weiterer Science Center betrifft. Weiterhin stellten der *Palais de la Découverte* in Paris, das *Museum of Science and Art* in South Kensington und das *Deutsche Museum* in München mit ihren naturwissenschaftlichen Sammlungen und dem Aufruf zur Interaktion der Besucher bedeutende Inspirationsquellen für das Ehepaar Oppenheimer dar (Hein, 1993).

3.3 Science Center heute

Nach der erfolgreichen Etablierung des EXPLORATORIUMS in den USA schwappte die Welle der Euphorie schon bald nach Europa. In den verschiedensten Teilen Deutschlands entstanden Science Center: die PHÄNOMENTA in Flensburg, das UNIVERSUM in Bremen, die EXPLORA in Frankfurt oder das PHAENO in Wolfsburg um nur einige wenige zu nennen. Das neue Konzept wurde im deutschen Raum gut aufgenommen und mit Begeisterung umgesetzt; manchmal mehr und manchmal weniger am Original des EXPLORATORIUMS orientiert.

Das Thema Science Center ist in der heutigen Zeit topaktuell. Überall gibt es neue Initiativen, Zusammenschlüsse und Ausstellungen zu bewundern. Die beiden wichtigsten Zusammenschlüsse sind der europäische Verband ECSITE³ und die weltweite Vereinigung ASTC⁴.

³ ECSITE: The European Network of Science Centres and Museums: <http://www.ecsite.eu/>

⁴ ASTC : Association of science – technology centers : <http://www.astc.org/>

Die ECSITE wurde 1989 gegründet und verfolgt folgende Ziele:

- Organisierte Vernetzung bestehender Science Center in Europa und verstärkte Präsenz in der Öffentlichkeit.
- Austausch von Informationen und Erarbeitung gemeinsamer Projekte.
- Einwerben von EU-Geldern zur Unterstützung gemeinsamer Aktivitäten im Rahmen von Public Understanding of Science (Schaper-Rinkel, Giesecke, & Bieber, 2001).

Die Zahl der Science Center ist in den vergangenen Jahren regelrecht explodiert. Und das nicht nur in Deutschland und im europäischen Raum, sondern auf der ganzen Welt. Mittlerweile existieren mehr als 2400 Science Center weltweit, die zusammen einen Besucheransturm von mehreren 100 Millionen Besuchern jährlich erfahren. In Abbildung 2 ist die Verteilung der Science Center weltweit aufgezeigt.

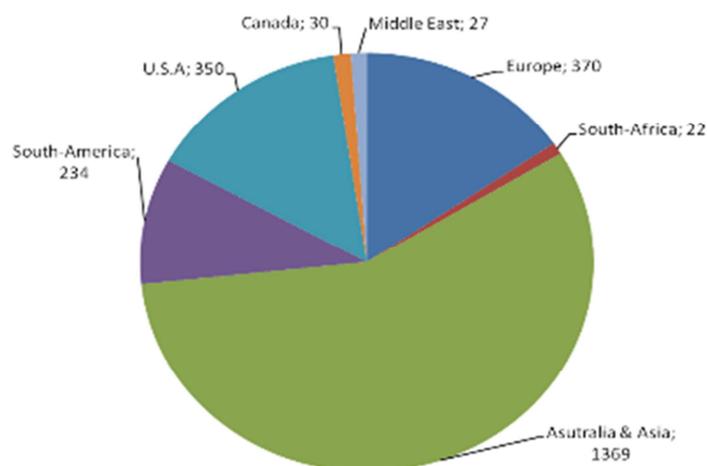


Abbildung 2: Verteilung der Science Center weltweit⁵

Über die Hälfte der Einrichtungen befinden sich in Australien und Asien, wohingegen etwa jeweils 15% in Europa oder den USA beheimatet sind.

⁵ <http://www.technopolis.be/eng/index.php?n=9&e=152> (Stand 28.8.2012)

3.4 Zukünftige Entwicklungstendenzen

Die Entwicklung der Technik schreitet immer rasanter voran, weshalb Neuerungen bald auf den Webseiten der Science Center zu sehen sein werden. So sind schon heute die Webseiten diverser Science Center sehr gut ausgestattet: von der Darstellung verschiedener Exponate und deren Erklärungen über Materialien für Lehrer ist hier alles zu finden. Dies ist ein erster Schritt in Richtung eines virtuellen Science Centers, welches gewisse Vorteile mit sich bringt. Durch den jederzeit möglichen Zugang zum Internet kann der Besuch stattfinden, wann man will und es ist nicht mehr nötig vor Ort zu sein, was eventuell eine längere Anfahrt erspart. Weiterhin muss man sich an keine Öffnungszeiten halten und kann jederzeit den Besuch unterbrechen bzw. weiterführen. Weiterhin können gezielt nur Themenbereiche ausgesucht werden, die einen persönlich interessieren, oder die einen bestimmten Effekt darstellen. Die Information wird dadurch gezielter und individuell angepasst. Gerade bei den Texten bestehen einige Vorteile. So könnte man angeben, wie ausführlich man die Exponaterklärung wünscht und wie groß das Vorwissen auf dem bestimmten Gebiet schon ist. Je nach dem können dann noch Hintergründe und Basiswissen vermittelt, oder aber tiefer in die Materie eingegangen werden.

Trotz all dieser vermeintlichen Verbesserungen sollte nicht außer Acht gelassen werden, dass hierdurch jedoch eine der Grundideen eines Science Centers verloren geht: die Interaktion der Besucher. Die vielen Hands-on-Exponate können nicht vom Computer aus betätigt werden; hier wird auch in Zukunft ein Besuch der Einrichtung unerlässlich bleiben.

Weiterhin ist es fraglich, wie sich ein Online-Science Center finanziert. Allein die Wartung der Internetseite und die Erneuerung der Exponate sowie der Erklärungen bzw. erst einmal die Erschaffung eines solchen Science Centers bringt enorme Kosten mit sich. Ohne Eintrittsgelder oder weitere Förderung von Sponsoren oder dem Staat wird es wohl nur schwer möglich sein, auf Dauer ein Science Center im Internet zu unterhalten.

4 Pädagogische und psychologische Hintergründe

Science Center können dem Bereich außerschulischer Lernorte zugeordnet werden. Es soll Wissen vermittelt und Interesse geweckt werden, welches längerfristig bestehen soll. Das folgende Kapitel befasst sich kurz mit den Begriffen des Interesses und Lernens und stellt die Verbindung dieser pädagogisch-psychologischen Begriffe zum Science Center her.

4.1 Situationales und individuelles Interesse

Für die Unterscheidung von situationalem und individuellem Interesse sollen im Folgenden die wichtigsten Aspekte des Kapitels in Physikdidaktik von Hopf, Schecker & Wiesner (2011) erläutert werden.

Um den allgemeinen Begriff des Interesses zu verstehen sind zwei Bezeichnungen notwendig. Einerseits muss der Interessensgegenstand als persönlich wichtig empfunden werden, was zum Beispiel in den Science Centern durch die Einbettung in den Alltag versucht wird. Andererseits sollten bei der Beschäftigung positive Gefühle empfunden werden, welche unter anderem durch die Farb- und Raumgestaltung beeinflusst werden können. Ein positives Gefühl könnte in diesem Zusammenhang zum Beispiel Selbstvertrauen oder Geborgenheit im Umgang mit Naturwissenschaft sein. Eine hohe Wertschätzung für das Gesehene oder Wahrgenommene folgt, indem man sich mit dem Interessensgegenstand identifiziert, man also intrinsisch motiviert wird und etwas um der Sache Willen macht. Der Gegensatz hierzu wäre extrinsische Motivation, wenn man anschließend eine Belohnung für Getanes erhalten würde; also um der Folgen Willen.

Von Grund auf können zwei Facetten von Interesse unterschieden werden: das situationale und das individuelle Interesse.

Unter **situationalem Interesse** wird die aktuelle Attraktivität eines Gegenstandes verstanden, die zur kurzzeitigen Beschäftigung führt. Dies kann z.B. ein ansprechendes äußeres Erscheinungsbild eines Exponates sein. Das Interesse ist meist von kurzer Dauer, da es nur besteht, solange man sich mit dem Inhalt oder Gegenstand auseinandersetzt. Auf das Science Center bezogen bedeutet dies, dass nach dem Besuch schon kein weiteres Interesse mehr vorhanden ist.

Sollte dies jedoch der Fall sein, man sich also selbst noch nach dem Science Center-Besuch für einige der behandelten Bereiche interessiert, so spricht man vom **individuellen Interesse**. Charakteristisch hierbei ist die eigene Recherche im Internet oder in Büchern über ein spezielles Thema; das Wissen wird vertieft und ausgebaut. Der Zeitraum, über den das individuelle Interesse besteht, ist deutlich länger als beim situationalen Interesse.

„Ein in einer bestimmten Situation gezeigtes Interesse kann also durch interessante situationsgebundene Aspekte der Lernumgebung ausgelöst sein oder aber auf ein vorhandenes Interesse stoßen, welches dann lediglich „aktualisiert“ wird“ (Hopf, Schecker, & Wiesner, 2011).

Dies ist auch in gewissen Maßen in Science Centern verwirklicht worden. Es gibt viele Exponate, deren Effekte die Besucher faszinieren und überraschen, sodass sie diese zu einer Beschäftigung einladen und das situationale Interesse fördern. Ferner werden schon aus der Schule bekannte Inhalte behandelt, wobei dies zur Auffrischung des Themas führt, eventuell schon vorhandenes Vorwissen aufnimmt und an bestehende Interessen anknüpft.

4.2 Informelles versus Formelles Lernen

Beim Thema Lernen kann man grundlegend informelles vom formellen Lernen unterscheiden. Das formelle Lernen findet in typischen Lerninstanzen wie der Schule statt. Der Lernvorgang wird bewusst wahrgenommen, baut auf Vorwissen auf und verläuft somit konsekutiv, hängt immer im Zusammenhang mit Bewertung oder Zensuren und häufig wird das Gelernte nach Abruf zeitig wieder vergessen. Im Gegensatz zum formellen Lernen findet das informelle Lernen überwiegend in der Freizeit statt und wird mit einem besseren Gefühl verbunden. Der Fokus liegt hierbei vielmehr auf *„positiven Erfahrungen im Umgang mit einem bestimmten Inhalt oder einer bestimmten Handlung“* (Guderian, 2006). Orte des informellen Lernens können sowohl die Peergroup, als auch die Familie oder die Medien sein. Der Besuch eines Science Centers wäre im Bereich des informellen Lernens einzuordnen, da der Besuch normalerweise in der Freizeit stattfindet und erworbenes Wissen im Nachhinein nicht abgeprüft wird.

Guderian (2006, nach (Krathwohl, Bloom, & Masia, 1978)) unterscheidet drei Lernziele:

1. **Kognitive Lernziele:** Das Wissen, dass, wie und warum etwas passiert ist hier von Bedeutung. In Science Centern kann dies nur teilweise erreicht werden. Die Effekte, also das Wissen, dass etwas passiert, kann anhand der Experimente schön verdeut-

licht werden. Für weiteres Verständnis stehen in einem Science Center Führungen, Besucherbetreuer und Texterklärungen zur Verfügung, welche nicht immer ausreichend sind.

2. **Affektive Lernziele:** Zentrale Begriffe sind hier Interesse und Motivation. Ein Science Center soll Interesse wecken und durch damit verbundene positive Erlebnisse dafür sorgen, dass man sich weiterhin mit den Themen beschäftigt wird.
3. **Psychomotorische Lernziele:** Gerade durch die, in Science Centern vielfach verwendeten *Hands-on-Exponate* werden motorische Fähigkeiten und Fertigkeiten der Besucher gestärkt, die Geschicklichkeit gefördert und Bewegungsabläufe verinnerlicht.

Unterschiede der beiden Lernformen sind natürlich auch die verschiedenen Formen der Wissensvermittlung. Während in Schulen häufig nur Frontalunterricht zu finden ist, liegt der Schwerpunkt beim informellen Lernen auf eigenen Erfahrungen und selbstständigem Handeln. In einer gekürzten Tabelle (**Abb. 3**) von Guderian (2006) sind die beiden Lernformen in Stichpunkten gegenübergestellt:

Informelles Lernen	Formelles Lernen
Freiwillig	Vorgeschrieben
Unbewertet	Bewertet
Lernergesteuert	Lehrergesteuert
Außerhalb von formellen Orten	Klassenraumbasiert
Ungeplant	Geplant
Viele unbeabsichtigte Ergebnisse	Weniger unbeabsichtigte Ergebnisse
Sozialer Kontakt / kollaborativ	Einzelarbeit
Ungeregelt	Vom Lehrer vorgegeben
Ohne vorgegebenes Ende	geschlossen

Abbildung 3: Vergleich formelles und informelles Lernen nach Guderian (2006)

Der aktive Lernprozess wird beim informellen Lernen gar nicht als solcher wahrgenommen. Und gerade diese andere Art des Lernens macht es Schülern leichter, Gelerntes länger zu behalten und zu reproduzieren. Das liegt daran, dass in der Schule sehr häufig nur einer der Sinne beansprucht wird: Man muss also entweder einfach nur dem Lehrer zuhören, im Schulbuch lesen, oder sich einen Film anschauen. Das so Erfahrene wird dann in der dafür

vorgesehenen „Schublade“ des Gehirns abgespeichert und wenn nötig abgerufen. Wenn Projektarbeit durchgeführt wird stellt dies schon eine Verbesserung dar: Die Schüler müssen selbstständig Strategien entwickeln, darüber diskutieren und sich eventuell neu orientieren, um ans Ziel zu kommen. Es wird viel Wert auf Interaktion gelegt und es werden gleichzeitig mehrere Sinnesorgane angesprochen. Im folgenden Abschnitt wird nochmal deutlich, dass man sich viel leichter an Dinge erinnern kann, sobald mehrere Sinnesorgane angesprochen werden.

4.3 Zusammenhang zwischen Behalten und angesprochenem Sinnesorgan

Im Zusammenhang mit dem Behalten von Informationen und der Lernleistung stellt es einen Unterschied dar, in welcher Form die Präsentation erfolgt ist. Lernen ist ein individueller Prozess, der bei jedem Menschen unterschiedlich abläuft, dennoch ist ein deutlicher Zusammenhang mit der Zahl der angesprochenen Sinnesorgane festzustellen. Wird einem ein Text nur vorgelesen, erinnert man sich anschließend noch an etwa 20%. Wird eine Originalsituation gesehen, so erhöht sich das Verhältnis von erinnerter zu dargebotener Information auf ca. 30%. Beim Schauen eines Filmes, bei welchem die Sinnesorgane Auge und Ohr angesprochen werden, kann man sich anschließend noch an die Hälfte erinnern. Wenn allerdings etwas real erlebt wird und man selbst aktiv beteiligt ist, erhöht sich die Reproduktion auf gute 90%⁶. Dies ist nochmals anschaulich in Abbildung 4 dargestellt.

⁶ http://www.grin.com/object/document.11939/929a0c76edb8932f83c60a1c83b1c5bb_LARGE.png

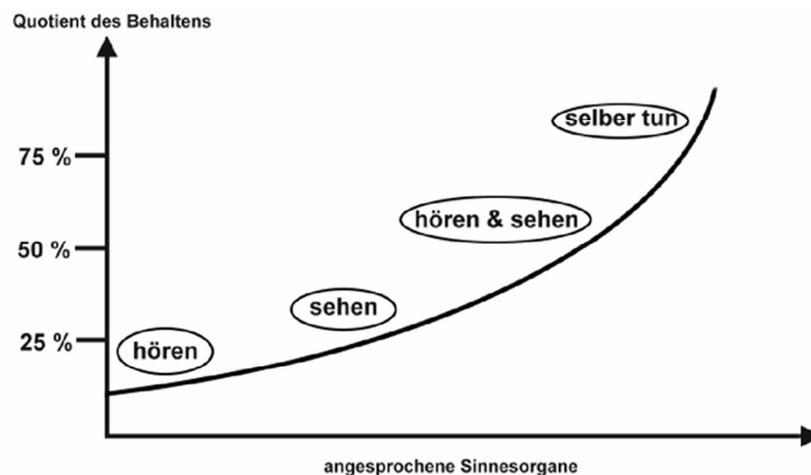


Abbildung 4: Zusammenhang zwischen angesprochenen Sinnesorganen und Behalten⁷

Wie deutlich zu erkennen ist, erhöht sich die Lernleistung, je mehr Sinnesorgane angesprochen werden. Passend hierzu wären die Science Center zu erwähnen, bei welchen die Interaktion der Besucher im Mittelpunkt steht, wie schon das Motto des TECHNORAMA in Winterthur, Schweiz, erahnen lässt: „*Nothing will happen, unless you make it happen*“.⁸

Die Aussage von Lao Tse vor über 2000 Jahren „*Ich sehe und ich vergesse. Ich höre und ich erinnere. Lasse es mich tun, und ich verstehe*“ (Engeln & Euler, 2005) muss jedoch relativiert werden. Sicherlich setzt erfolgreiches Tun häufig ein Verstehen voraus, umgekehrt gilt dies jedoch nicht zwangsläufig.

Bei Schülerlaboren⁹, einem weiteren außerschulischen Bildungsort, hat sich gezeigt, dass der Besuch zwar zeitlich begrenzt ist, aber selbst dieses einmalige Ereignis einen überraschend deutlichen und anhaltenden Langzeiteffekt mit sich bringt (Engeln & Euler, 2005). Noch ein Vierteljahr nach dem Besuch wird dieser als persönlich bedeutsam erachtet; sogar ohne Nachbereitung im Unterricht. Ob dieser Effekt nun eins zu eins auf Science Center übertragbar ist, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden. Allerdings gibt es viele Parallelen zwischen diesen beiden Einrichtungen, sodass es nahe liegt, solche Tendenzen auch für das jeweils andere anzunehmen oder wenigstens zu vermuten.

⁷ http://www.grin.com/object/document.11939/929a0c76edb8932f83c60a1c83b1c5bb_LARGE.png

⁸ www.Technorama.ch

⁹ Definition von Schülerlabor vgl. (Engeln & Euler, 2005) Seite 82 f.

4.4 Drei Lernkontexte

Nach Falk & Dierking (2002) ist Lernen in einem Museum als „free-choice learning“ anzusehen, also als ein selbstbestimmtes Lernen, bei welchem dem Besucher überlassen ist wann, wo und wie lange er sich dort aufhalten möchte. Dennoch gibt es drei Kontexte, die das Lernen beeinflussen.

Der wohl umfangreichste dieser Aspekte ist der **personenbezogene Kontext**. Hier geht es um Lernen als einen individuellen Prozess, der von Individuum zu Individuum unterschiedlich abläuft. So gibt es ganz unterschiedliche Gründe, warum ein Museum überhaupt besucht wird. Soll für Unterhaltung gesorgt werden, oder möchte man Wissen zu einem speziellen Thema vertiefen? Da die Besuche freiwillig sind und mit keinerlei Verpflichtungen im Zusammenhang stehen, kann prinzipiell gesagt werden, dass die Besucher eines Science Centers intrinsisch motiviert sind und mit unterschiedlichen Erwartungen kommen.

Jede Erinnerung an eine Aktion oder einen Besuch ist immer mit bestimmten Gefühlen verknüpft: Je stärker und angenehmer diese wahrgenommen werden, desto eher werden die erhaltenen Informationen in das bestehende Wissen integriert und desto leichter kann sich später daran erinnert werden. *„Positive Emotionen wie „Spaß haben“ werden dabei wiederum eher durch Aktivitäten oder Gegenstände ausgelöst, die den persönlichen Interessen der Besucherinnen und Besucher entsprechen bzw. nahe kommen“* (Falk & Dierking, 2002); (Thoma, 2009). Bei solchen positiven Gefühlen ist eine erneute Beschäftigung mit dem Exponat und eine Vertiefung wahrscheinlicher; die Kommunikation mit anderen wird angeregt.

In Science Centern ist dieser Kontext gerade durch die Nähe zu alltäglichen Dingen hergestellt worden. Die Einrichtung und Gestaltung der einzelnen Gebäude und Räume trägt ihren Teil zur Wohlfühl-Atmosphäre bei. Diese Aspekte werden in Kapitel 5 „Science Center im Vergleich“ unter dem Punkt 5.2 „Gestaltung und Aufbau“ näher behandelt.

Ein weiterer Aspekt ist der **soziokulturelle Kontext**. Dieser wird durch das Lernen in Gruppen bedingt; also ob viele Interaktionen stattfinden, sich die Besucher gegenseitig beeinflussen oder miteinander kommunizieren. Schon das gegenseitige Beobachten beim Beschäftigen mit den Exponaten kann beeinflussen, ob man sich diesem Versuch später selber widmen möchte. Außerdem lernt man wie das Exponat zu bedienen ist um den Effekt beobachten zu können. Ein Exponat, welches ständig besetzt ist, kann auch den Eindruck erwecken, dass es sehr interessant, verblüffend oder lustig ist und somit zur Beschäftigung animieren.

Ebenso spielt der **physische Kontext** eine wichtige Rolle. Die Besucher sollen sich im Museum wohl fühlen, um sich vollkommen dem Experimentieren widmen zu können. Dazu zählt eine gute Orientierung, die eventuell mit Hilfe von Orientierungstafeln oder Wegweisern in Broschüren geschaffen werden kann: Es soll jederzeit klar sein, wo man sich gerade befindet. Die Ausgänge, Toiletten und Informationen müssen klar ausgeschildert sein, damit einem sorglosen Aufenthalt nichts mehr im Weg steht.

Je besser jeder dieser drei Aspekte erfüllt ist, desto fördernder ist dies für die Lernleistung. Um den Einfluss dieser drei unterschiedlichen Kontexte herauszufinden, spielen sie in der Konzeption der Frage- und Beobachtungsbögen eine wichtige Rolle. An ihnen wurde sich vor allem bei der Erstellung der Fragen orientiert, damit überprüft werden kann, inwiefern die verschiedenen Science Center diese Punkte erfüllen.

5 Science Center im Vergleich

Jedes Science Center ist für sich genommen einzigartig. Dennoch sollen im Folgenden Unterschiede und Gemeinsamkeiten der verschiedenen Einrichtungen hervorgehoben und diskutiert werden; gerade auch die eben erwähnten Kontexte spielen in den Beschreibungen der Science Center und den Befragungen der Besucher eine wichtige Rolle.

Dies soll keine Beurteilung darstellen, sondern einzig Besonderheiten der einzelnen Science Center unterstreichen.

5.1 Fachausrichtung

Von den vier besuchten Einrichtungen war WELIOS in Wels das einzige Science Center, welches sich auf ein Thema spezialisiert hat: Erneuerbare Energien. Hierzu zählen Themen wie Sonnen-, Wasser-, Windenergie, Geothermie und Biomasse.

Die EXPERIMENTA hält sich streng an ein Themengebiet. Dies ist allerdings weitergefasst als bei WELIOS: Gezeigt wird alles rund um die Themen Physik, Kommunikation, Umwelt, Technik, Mensch und Freizeit. Zusätzlich gibt es noch eine zeitlich begrenzte Sonderausstellung zu den verschiedensten Bereichen, zum Beispiel zum Thema „Zeit“.

Die experiMINTa hat sich dem verschrieben, bis auf wenige Ausnahmen nur Bereiche aus der Physik, Mathematik und Informatik zu behandeln, bei welchen man selbst Hand anlegen muss und der Vorgang nicht allein durch Drücken eines Knopfes in Gang gesetzt wird. Dadurch geht das Spektrum der physikalischen Themen nicht über Mechanik, Optik und Kinematik hinaus.

Im HAUS DER NATUR ist ein bisschen von allem zu finden. Sowohl Mathematik, Physik, Biologie als auch Technik werden behandelt und laden zum Experimentieren ein. Mit einigen Exponaten zum Thema Skispringen wird der Heimatbezug zur Wintersportregion hergestellt.

5.2 Gestaltung und Aufbau

Von außen betrachtet gibt es zwischen den verschiedenen Einrichtungen große Unterschiede. So gibt es Science Center, die in ein schon bestehendes Gebäude integriert wurden oder Neubauten zu verzeichnen. Gleichfalls fällt die Gestaltung der Innenräume sehr individuell aus; teilweise begrenzt von den Möglichkeiten, die das Gebäude an sich anbietet (sind die Räume eher klein oder weitläufig, hoch oder niedrig,...).

In der experiMINTa sind aufgrund des früheren Verwendungszwecks als Bürogebäude viele kleine Räume vorhanden, welche eine gewisse Trennung der Räumlichkeiten verlangen. Es kann vorkommen, dass ein Themengebiet in mehreren Zimmern behandelt wird, was jedoch nicht weiter stört. Für die Konzentration sind die kleineren Räume sehr vorteilhaft, da die Lautstärke im akzeptablen Bereich bleibt. Die Menschen verteilen sich gut auf die verschiedenen Räume.

Insgesamt ist die Inneneinrichtung eher schlicht gehalten, damit die Exponate im Mittelpunkt stehen und die Aufmerksamkeit nicht abgelenkt wird. So ist der Boden mit grauem Teppich ausgelegt und die Wände komplett weiß gestrichen. Bis auf einige Bilder und vereinzelte Wandmalereien wurde hier in der schlichten Gestaltung keine Ausnahme gemacht. Die Exponate befinden sich entweder mitten im Raum auf Tischen oder dem Boden wie Abbildung 5 zeigt, oder hängen an der Wand.



Abbildung 5: Inneneinrichtung der experiMINTa

Eine ähnlich zurückhaltende Farbverwendung ist auch in WELIOS zu finden, allerdings ist dort sehr viel Liebe in Details gesteckt worden. Auf zwei Stockwerken sind einzelne Bereiche eines Hauses nachgestellt worden, die mit viel Mühe dekoriert wurden. So ist in der Küche sogar eine Speisekammer vorhanden, der Gartenbereich ist mit viel Grün ausgestattet

und der Bereich oberhalb des Hauses ist mit Wolken verziert. Das Wolkenreich und eines der Zimmer des Wohnhofes sind in Abbildung 6 dargestellt.



Abbildung 6: Das Wolkenreich (links) und Joulis Zimmer (rechts) im WELIOS

Eine ganz andere Inneneinrichtung ist im HAUS DER NATUR zu finden. Viel Farbe und große Räume lautet hier die Devise. Auf insgesamt drei Etagen befinden sich thematisch grob sortiert die Exponate und in jeder Etage dominieren andere Farben. Beim Thema Akustik dominiert die Farbe Rot, die Abteilung für Energie und Heben ist in den Farben Gelb und Blau gehalten und die Bereiche Mechanik, Aerodynamik, Mathematik, Körper und Fitness werden von grünen Wänden begrenzt. Einen Eindruck der Raumgestaltung der zuletzt genannten Bereiche soll Abbildung 7 vermitteln.



Abbildung 7: Abteilung für Mathematik, Mechanik, Aerodynamik und Biologie (links) und Wasser, Hebel (rechts) im HAUS DER NATUR

Ähnlich wie im HAUS DER NATUR wurde auch in der EXPERIMENTA viel mit Farben gearbeitet, jedoch ist diese nicht primär auf Boden und Wänden zu finden. Es wurde viel Wert auf Details gelegt, einen Eindruck soll Abbildung 8 liefern. Hin und wieder sind Lichtakzente und farbige Highlights zu finden, die den Besuch zu einem Erlebnis machen.



Abbildung 8: Inneneinrichtung der EXPERIMENTA

In den vier Etagen sind in die vier Aspekte

- E-Werk, Energie umwandeln
- Werkstatt, Technik nutzen
- Netzwerk, Kommunikation verstehen und
- Spielwerk, Freizeit gestalten

aufgenommen und die Versuche thematisch passend eingeordnet worden. Die Räume sind groß und wurden durch Stellwände unterteilt, was in Abbildung 9 zu sehen ist.



Abbildung 9: Unterteilung der Räume in der EXPERIMENTA

Trotz dieser Unterteilung ist es sehr verwirrend - wenn man sich nicht an den Pfeilen auf dem Boden orientiert - und schwer einen Weg zu finden, bei welchem auch alles ausprobiert werden kann und kein Exponat vergessen wird. Leider ist es mit den Wänden nicht gelungen, den Lärmpegel zu senken. Obwohl es am „Eingang“ jeder Etage eine Abbildung wie oben (*vgl. Abb. 9*) gibt, auf welcher zu sehen ist, wo sich welche Exponate befinden, ist es schwer die Orientierung zu behalten. Das Schild mit den Hinweisen wird schnell vergessen sein oder von den Besuchern erst gar nicht wahrgenommen.

Im Neubau befindet sich die Sonderausstellung. Bei dieser wurde sehr viel Zeit in die Gestaltung investiert, was sich durchaus bezahlt macht: Tritt man in die Sondereinstellung ein, so hat man das Gefühl woanders zu sein und kann sich vollkommen dem dort gezeigten Themengebiet widmen. Positiv war ebenfalls, dass hier deutlich weniger Besucher zu finden waren, da die Exponate eher zum Informieren als zum Ausprobieren gestaltet sind und deshalb der Geräuschpegel deutlich niedriger war als in der Dauerausstellung. Eine gute Lösung zur Entspannung und für kleinere Erholungspausen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Gestaltung der Innenräume sehr unterschiedlich ausfällt. Es ist vom Konzept des Hauses abhängig, ob nun viel Wert auf die farblich bunte Gestaltung gelegt wird oder eher nichts von den Exponaten ablenken soll. Inwiefern sich die unterschiedlichen Gestaltungen auf das Verhalten der Besucher auswirkt, wird in Kapitel 7 „Auswertung der Fragebögen und Interviews“ behandelt.

5.3 Zielgruppe

Hier ist bei den verschiedenen Science Centern kein großer Unterschied zu verzeichnen. Sie wenden sich an alle, die sich für Naturwissenschaft interessieren, oder einfach mal selber Experimentieren wollen. Ganz unabhängig vom Alter. Natürlich werden gerade jüngere Kinder die Exponaterklärungen nicht lesen, da sie des Lesens noch gar nicht mächtig sind. Eventuell gegebene Erklärungen von Seiten der Eltern sind nur selten interessant. Vielmehr geht es ums Staunen, Entdecken und Ausprobieren. Ganz nach dem Motto von WELIOS: „Mitmachen, Staunen, Entdecken“.

Schüler besuchen häufig unter der Woche mit ihrer Schulklasse die Ausstellung. Diese Besuche können von den Lehrkräften im Unterricht vor- und nachbereitet werden, damit auch sicher gegangen werden kann, dass die Schüler etwas lernen. Speziell für Schulklassen gibt es von einigen Science Centern gesonderte Angebote. Dies soll kurz anhand der EXPERIMENTA, Heilbronn demonstriert werden. Hier gibt es spezielle Kurse für

- Kindergarten
- Grundschule
- Sekundarstufe 1
- Sekundarstufe 2
- Ferienworkshops
- Forschungslabore
- Fortbildungen für Lehrer

In kleinen Gruppen werden hier verschiedene Themen wie Akustik, Wind- und Wasserkraft oder Strom behandelt. Weitere Themengebiete und nähere Informationen sind auf der Homepage zu finden: <http://www.experimenta-heilbronn.de/de/main/labore.html?font=1> (Stand 6.9.2012). Einerseits in speziellen Laboren, andererseits bei passenden Exponaten der Ausstellung werden die Teilnehmer dem Thema näher gebracht, Experimente durchgeführt und auch Materialien selber hergestellt (z.B. im Workshop über Kosmetik). Teilweise sind für die Lehrer vorher Fortbildungen notwendig und es gibt Lernvoraussetzungen in Form von Begriffen, die bereits schon im Unterricht mit den Schülern behandelt und möglichst an Beispielen besprochen werden sollten. Die Lehrerfortbildungen dienen besonders dem Kennenlernen der Labore und deren Ausstattung, sowie eventuell der Durchführung einiger Experimente. Vor Ort ist auch noch zusätzliches Material für Lehrer zu erwerben, in welchem schon vorgefertigte Arbeitsmaterialien zu finden sind.

Gerade am Wochenende sind unter den Besuchern sehr viele Familien zu finden, die einen gemeinsamen Ausflug unternehmen. Ziel ist hier meist die Unterhaltung, da die Kinder sehr viel ausprobieren können, Spaß haben sollen und eventuell etwas dabei lernen. Die Texte werden gerade von den Jüngeren nicht gelesen, da der Spieltrieb im Vordergrund steht. Das tiefere Interesse an der Materie und der Wunsch nach Verständnis der Phänomene kommen erst später. So besteht bei Jugendlichen schon mehr Interesse an den Erläuterungen, weshalb hier häufiger die Erklärungen gelesen werden. Gleichfalls kann durch die Schule Interesse an einem Themenbereich geschaffen werden, welcher mit einem Science Center-Besuch gestillt werden kann.

Für Senioren wird einerseits die Beschäftigung mit den Enkelkindern einen Anreiz darstellen (*vgl. Abb. 10*), andererseits besuchen sie häufiger in Gruppen Science Center, welche eine Art Attraktion der Stadt darstellen.



Abbildung 10: Großvater mit Enkel in der EXPERIMENTA

5.4 Konzept

Die Konzepte der besuchten Science Center könnten unterschiedlicher fast nicht sein; die dahintersteckenden Absichten allerdings ähneln sich im Grundsatz, was man an den Slogans sehen kann:

- *Fragen, Forschen und Begreifen* heißt es in der experiMINTa in Frankfurt,
- *Entdecken, Erleben, Erkennen* ist das Motto der EXPERIMENTA in Heilbronn und
- *Mitmachen, Staunen, Entdecken* das Prinzip von WELIOS in Wels.

Zwar sind die verwendeten Begriffe teilweise verschieden, die Aussage wird jedoch überall deutlich: Die Besucher sollen sich spielerisch mit den Exponaten und der Ausstellung beschäftigen, selbst aktiv werden und Hände an die Experimente legen, Gründe erforschen und die Schönheit und Faszination der Naturwissenschaft erkennen.

Herr Bosler von der experiMINTa fügt hinzu, dass sie die Leute neugierig machen wollten und eben nicht wie in der Schule ein bestimmtes Wissen vermittelt werden müsse.

Die kaufmännische Leiterin der EXPERIMENTA, Frau Rothfuß, nennt das Vermitteln von Naturwissenschaft als Ziel ihrer Einrichtung. Die Wissenschaft solle anfassbar gemacht werden; das Science Center ein außerschulischer Lernort und gleichzeitig ein Publikums-magnet sein, wobei das Thema Bildung auf eine leicht zugängliche und eingängige Art und Weise einen sehr wichtigen Aspekt darstelle. Die Naturwissenschaft solle nicht kompliziert erklärt werden, sondern zum Mitmachen animieren und somit Erfahrungen im Umgang mit ihr schaffen (Rothfuß, 2012).

Allerdings ist tendenziell nur bei WELIOS kein Begriff des Verstehens im Motto enthalten. Hier geht es primär nur bis zum Entdecken und nicht darüber hinaus. Bei den beiden anderen Einrichtungen sind weiterhin die Begriffe „Begreifen“ und „Erkennen“ zu finden, welche beim Verständnis der Phänomene nochmals einen Schritt weiter gehen.

Sowohl das WELIOS als auch die EXPERIMENTA haben noch eine Besonderheit; ein ganz spezielles Konzept.

Das WELIOS stellt sozusagen einen Energiehof in den Bergen dar, auf welchem eine Familie wohnt. Das heißt, das Gebäude des Science Center an sich ist der Hof der Familie; unterteilt in die verschiedenen Zimmer und auf mehreren Ebenen. Das Konzept wird in einem kleinen Einführungsfilm vorgestellt. Jouli, der Vater der Familie, ist ein wahres Energiegenie. Er experimentiert viel und bastelt neue Maschinen. Die Mutter, Fanny, ist Ingenieurin und reist

immerzu durch die Welt. Großmutter Hilde ist der gute Geist des Hauses und erzählt an manchen Stationen Geschichten von früher. Tochter Lucie begleitet den Besucher durch das Haus. In einem Haus gibt es natürlich verschiedene *Zimmer*, in welchen jeweils mehr oder weniger typische Exponate zu der jeweiligen Person (also Lucies Zimmer oder Fannys Zimmer) oder aber auch Einrichtungszimmer wie z.B. die Küche oder das Bad behandelt werden. Des Weiteren gibt es noch eine Baustelle, ein Gewächshaus, eine Werkstatt, in der oberen Etage das Wolkenreich usw. Durch dieses Konzept kommt schon zu Beginn des Rundgangs Geborgenheit bei den Besuchern auf.

Die EXPERIMENTA hat das Special des Talentsuchsystems. Anfangs wird in einem Einführungsfilm beschrieben, dass es verschiedene Exponate gibt, die mit einem Stern versehen sind. Diese Exponate können anhand eines Armbands des Besuchers die erzielten Punkte in einem bearbeiteten Quiz oder die erbrachte Leistung beim Sport speichern und am Ende dem Besucher eine Urkunde ausstellen, auf welcher dessen individuelle Talente aufgelistet sind. An der Kasse bekommt jeder Besucher ein Armband, welches ihm einerseits den Eintritt erlaubt und andererseits als Speicher dient. Gespeichert werden Leistungen, welche auf dem Rundgang durch das Science Center an den Talentstationen erbracht werden. Diese Talentstationen können Stationen sein, an welchen man an einem Computer Fragen beantwortet, auf Sportgeräten seine Geschicklichkeit unter Beweis stellen oder etwas richtig zusammensetzen muss. Die jeweils erzielten Punkte bzw. die benötigte Zeit werden dann in einem System gespeichert. Da in jedem der vier Stockwerke solche Stationen zu finden sind, werden viele verschiedene Themengebiete behandelt, was es am Ende erlaubt, jedem Besucher eine Urkunde auszustellen, die gerade die Bereiche hervorhebt, in welchen besonders gute Leistungen erbracht wurden. Natürlich bekommt jeder Besucher nur positive Rückmeldungen; jeder hat Begabungen welche er ausbauen kann. Ausgehend von diesen Bewertungen gibt es anschließend noch die Möglichkeit, die bescheinigten Talente in den sogenannten Talentschmieden zu vertiefen. Hier stehen wieder verschiedene Schmieden zur Verfügung: die Autoschmiede, die Roboschmiede, die Texterschmiede, die Musikschmiede, die Filmschmiede, die Forscherschmiede oder die Kontaktschmiede. Für jede Begabung ist also etwas dabei und selbst nach dem Besuch der Ausstellung kann in der angegliederten Werkstatt noch weiter gewerkelt werden. So können kleine Fahrzeuge konstruiert, die eigene Zeitungsseite hergestellt oder Lieder komponiert werden.

5.5 Begleittexte und Exponate

Der wichtigste Aspekt, der jedes Science Center charakterisiert und kennzeichnet sind die ausgestellten Exponate mit dazugehöriger Exponaterklärung. Unterschiede sind hier bei der Darstellungsart, der Bedienung und dem multimedialen Einsatz auszumachen. Es ist keinesfalls selbstverständlich für ein Science Center, alle Exponate mit einem Text zu versehen. Bei allen besuchten Einrichtungen sind Erklärungen vorhanden, sodass diese verglichen werden konnten.

5.5.1 Begleittexte

Die verschiedenen Textkonzeptionen werden im Folgenden genauer nach Aufbau, Ausführlichkeit und Verständlichkeit unterschieden. Im Anhang sind die Bilder der einzelnen Texttafeln nochmals größer dargestellt, damit die Lesbarkeit sichergestellt werden kann.

5.5.1.1 Aufbau

Beim Aufbau der Erklärungen fällt schnell auf, ob eine Untergliederung in Unterpunkte vorgenommen wurde. Eine deutliche Unterteilung des Textes ist sowohl in Salzburg (HAUS DER NATUR) als auch in Frankfurt (experiMINTa) zu verzeichnen. Da jedoch selbst diese beiden Konzepte voneinander abweichen, soll jedes einzeln betrachtet werden.

Im HAUS DER NATUR sind die Exponaterklärungen auf einer Tafel neben dem Exponat befestigt und fast bei jedem Exponat in einen Titel und vier Unterpunkte gegliedert, welche - wie in Abbildung 11 zu sehen ist - farblich abgehoben werden:

- Titel des Exponates
- Was ist zu tun
- Was passiert
- Erklärung
- Anwendung in Wirtschaft und Technik

Zusätzlich zu der farblichen Unterteilung sind Bilder neben den Unterüberschriften zu finden, welche zur Verdeutlichung der Absicht des Textabschnittes angebracht wurden. Nur selten ist eine Erklärung nicht in fünf Abschnitte gegliedert; das ist dann der Fall (z.B. beim unendlichen Spiegel), wenn der gezeigte Effekt nicht offensichtlich in Wirtschaft oder



Abbildung 11: Textkonzeption im HAUS DER NATUR

Technik vorkommt. Dieser letzte Gliederungspunkt wird dann einfach weggelassen. Die Überschrift des Textes fasste das Thema des Exponates immer in wenigen Worten zusammen und sorgte bereits vor der Beschäftigung damit für Klarheit, worum es geht.

In der experiMINTa sind die Exponaterklärungen entweder auf einem Quader angebracht, bei welchem drei der vier Seiten mit Text versehen sind, oder aber die drei Abschnitte (**vgl. Abb. 12**) sind zusammen in einem Bilderrahmen untergebracht. Unterteilt wird prinzipiell in

- Überschrift
- Was kann man tun?
- Was sollte geschehen?
- Warum ist das so?

Die Quader zeigen im *Normalzustand* nur den ersten Punkt an. Erst wenn sich der Besucher aktiv damit beschäftigt und den Quader weiter dreht, kommt er zum zweiten und dritten Punkt, wobei der Quader während des Lesens die ganze Zeit festgehalten werden muss, damit er sich nicht wieder in die Ausgangsstellung zurück begibt.

Den Besuchern scheint diese Aufmachung gefallen zu haben: „*Ich finde das ganz gut mit den Drehdingern, [...] wenn man [...] weiter interessiert ist [...] [muss man die Quader] festhalten und schauen und [...] die Lösung [ist nicht gleich vorgegeben] [...]. Finde ich schon ganz gut gemacht.*“

Zusätzlich zum Text sind hier noch Bilder/Skizzen vorhanden, welche die Aussage des Textes verdeutlichen und ihn insgesamt anschaulicher gestalten sollen. Mit Bildern von vielen alltäglichen Anwendungen wird sehr stark der Alltagsbezug betont. Zum Beispiel ist beim Thema Wärmeleitung eine Pfanne und ein Sektkühler abgebildet, welche als Beispiele für einen guten bzw. schlechten Wärmeleiter dienen.

Allgemein ist die Idee hinter der Konzeption der Texttiefe, nur bis zu einer ersten Erklärung zu gehen. Wenn noch weiterhin Interesse bestehen sollte, so könne in einem Katalog weitergelesen werden, welcher gleichfalls dazu dienen soll, die Exponaterklärungen mit nach Hause zu nehmen und sie somit auch in Zukunft immer greifbar zu haben (Bosler, 2012).

In den anderen Science Centern ist die Unterteilung der Texte in die verschiedenen Bereiche nicht so offensichtlich.

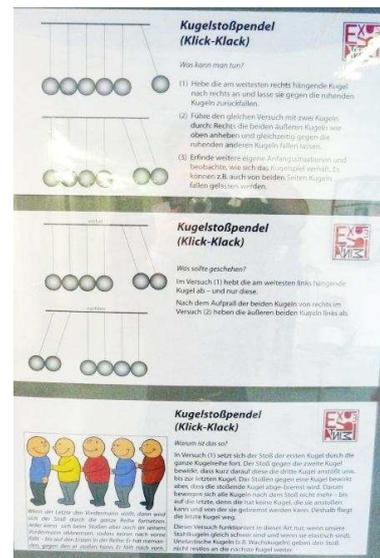


Abbildung 12: Textkonstruktion in der experiMINTa

In der EXPERIMENTA ist die Tafel schon in drei Teile unterteilt, allerdings wird der Text in einem Block, ober- und unterhalb mit Skizzen und Bildern dargestellt. Zuerst wird mit Skizzen demonstriert, wie mit dem Exponat umzugehen ist (sozusagen die Anleitung), gefolgt von einer Erklärung in Textform und abschließend Bilder, die den Einsatz des Exponates bzw. des Prinzips im Alltag zeigen. Ein exemplarisches Beispiel ist in Abbildung 13 zu sehen:



Abbildung 13: Textkonzept in der EXPERIMENTA

Hier verrät die Überschrift wieder grob, welches Experiment erklärt wird.

WELIOS hat ein ähnliches Textkonzept: hier sind Anleitung und Anwendung in Form von Bildern oder Skizzen dargestellt. Die Texttafeln sind so gebaut, dass es den Anschein hat, in einem Buch zu lesen (*vgl. Abb. 14*). Auf Farben wird hier fast vollständig verzichtet. Allerdings ist hier immer ein Titel und ein Untertitel zu finden, welcher das Exponat noch genauer charakterisiert.



Abbildung 14: Textkonzept im WELIOS

5.5.1.2 Ausführlichkeit

In allen besuchten Science Centern - außer Frankfurt (experiMINTa) - waren die Exponaterläuterungen sowohl in Deutsch als auch in Englisch vorhanden. Meistens konnte man die deutsche Erklärung einfach umdrehen um die englische zu erhalten, oder die beiden Texte sind nebeneinander angeordnet.

In keiner der besuchten Einrichtungen gibt es Zusatzinformationen, welche bei Bedarf noch über den Text hinaus Erklärungen bereitgestellt hätten. Zu erwähnen sind allerdings einige Informationstafeln im HAUS DER NATUR, welche einen Heimatbezug herstellen, indem sie die Verbindung zu heimischen Sportarten oder Fabriken knüpfen. So wird hier beispielsweise eine Fabrik im Nachbarort beschrieben, welche mit einem bestimmten Verfahren arbeitet. WELIOS stellt wenige Vertiefungsstationen zur Verfügung. In Form von multimedialen Terminals sind diese Stationen aber leider eher recht beliebig auf dem Stockwerk verteilt und zu Beginn ist nicht klar, dass es solche Stationen gibt. Nachdem schon mehrere Exponate durchlaufen sind, interessieren die Erläuterungen zu Versuchen, die vor 30 min behandelt wurden nur noch wenig. Auf den Vertiefungsstationen sind die einzelnen Zimmer einer Etage mitsamt den beinhalteten Exponaten abgebildet und bei gut einem Fünftel der Ausstellungsstücke gibt es ein Zeichen, welches noch auf zusätzliche Informationen hinweist. Diese Zusatzinformationen sind allerdings nur sehr oberflächlich und erklären das physikalische Prinzip oder die genaue Funktionsweise auch nicht weiter.

5.5.1.3 *Verständlichkeit*

Wie später in der Auswertung der Besucherbefragungen zu den Exponaterklärungen noch zu lesen ist, wurden alle vier Textkonzeptionen durchweg als verständlich und ausführlich genug eingestuft. Nur ganz selten wurde ein ausführlicherer Text gewünscht.

5.5.2 **Exponate**

Es gibt verschiedene Arten von Exponaten. Eine grobe Unterteilung ist im Kapitel 8.2 „Konzeption und Realisierung eines eigenen Exponates“ zu finden. Im Folgenden sollen die besuchten Science Center im Hinblick auf Handling und Auswahl untersucht werden.

5.5.2.1 *Handling*

Nicht funktionierende Exponate entmutigen die Besucher, was es auf alle Fälle zu vermeiden gilt. „Nicht funktionieren“ bedeutet hierbei nicht unbedingt, dass ein Stück kaputt sein muss, auch wenn nicht ganz klar ist, wie man es richtig bedienen soll damit der Effekt eintritt, wäre hier zu nennen. Das Handling der Exponate spielt also eine wichtige Rolle.

Nun kann dieses Handling ganz unterschiedlich aussehen: Knopf drücken, kurbeln, Hand anlegen oder sich zuallererst noch Gedanken machen. Multimedial oder ohne Einsatz von Computern, alleine oder in der Gruppe. Der Fantasie sind hier fast keine Grenzen gesetzt und in den verschiedenen Science Centern sind die unterschiedlichsten Umsetzungen zu finden.

Eine besonders fundamentale Einrichtung mit einem besonderen Exponatekonzept ist die experiMINTa in Frankfurt. Denn *„bis auf ganz wenige Ausnahmen [...] [gibt es] keine Station, die nur auf Knopfdruck funktioniert. Also man muss wirklich experimentieren!“* (Bosler, 2012). Des Weiteren besteht das Streben, ein Phänomen nicht nur mit einer Station zu erklären, sondern mit mehreren Exponaten zu diesem Thema multiple Zugänge zu schaffen. Der zur Verfügung stehende Platz im Gebäude ist nur begrenzt, was zu einer kleineren Auswahl der behandelten Themenbereiche führt. Aufgrund dieser beiden genannten Aspekte ist die Auswahl der Themengebiete stark beschränkt, was dazu führt, dass z.B. das Thema Elektrizität nicht mehr behandelt wird. Computer sind in der ganzen Ausstellung keine zu finden.

Das HAUS DER NATUR hat ebenfalls auf zu viel Technik verzichtet. Nur ganz selten ist mal ein Bildschirm zu sehen; dies ist zum Beispiel beim Exponat zum Skispringen der Fall. Hier dient der Bildschirm einzig und allein dazu, dem Besucher das Gefühl zu geben, tatsächlich

die Startrampe hinunter zu fahren. Meistens muss an die Exponate selbst Hand angelegt werden. Dies kann sowohl durch Kurbeln, Knopfdrücken als auch Eigeninitiative erfolgen. Eigeninitiative bedeutet hierbei, dass eventuell erst noch über das Vorgehen nachgedacht werden muss und es nicht ganz eindeutig ist, wie nun die Vorgehensweise ist. Gerade bei Exponaten, wo die Handhabung nicht vorgegeben ist, sind viele mögliche Ausgänge denkbar und der Kreativität der Besucher wird freier Lauf gelassen.

Anders schaut dies bei WELIOS aus. WELIOS ist noch eine sehr neue Einrichtung und technisch auf dem neuesten Stand. So gibt es mehrere Stationen, an denen Computer über Gesteinsschichten informieren oder aber in einem Spiel via Touch-Funktion der perfekte Wald konzipiert werden kann. Die Vertiefungsstationen sind in Form von Computern gestaltet. Bei vielen Exponaten langt ein Knöpfchendrücken oder Kurbeln völlig aus um ein Gelingen zur Folge zu haben.

In der EXPERIMENTA sind beide Extreme vorhanden: die meisten Talentstationen werden an Computern bearbeitet, aber dennoch gibt es viele Exponate die den aktiven Körpereinsatz der Besucher verlangen. Gerade für Kinder ist das sehr wichtig, da sie viel Abwechslung benötigen und meistens nicht lange stillhalten können.

5.5.2.2 Auswahl

„Uns ist wichtiger, dass die Besucher sich erleben“, so Herr Bosler an der Station der Wärmebildkamera. Dort kann man sich selber vor die Kamera stellen und sehen, welche Körperstellen wie warm sind, bzw. an welchen Stellen die Kleidung nicht gut isoliert.

Es sei allgemein sehr wichtig, den Bezug zum Alltag der Besucher herzustellen, damit diese verstehen, wo diese physikalischen Besonderheiten auftreten werden. Beispielsweise kann hier die Station des Wärmeempfindens genannt werden. Neben dem eigentlichen Exponat befinden sich zwei Stühle: einer aus Holz, der andere aus Metall. Das an der Station Gelernte kann nun anhand dieser beiden Gegenstände direkt auf den Alltag übertragen werden. Wann werden eher Gegenstände aus Holz, bzw. aus Metall bevorzugt?

Alternativ kann der Alltagsbezug auch durch Informationstafeln an den Wänden oder durch Bilder auf der Exponaterklärung hergestellt werden.

6 Konzeption der Frage- und Beobachtungsbögen, Interviews

Um herauszufinden weshalb Science Center so viel Zulauf bekommen, wurde ein Fragebogen erstellt, welcher sowohl Auskunft über allgemeine Merkmale eines Besuchers geben, als auch Auswirkungen des Besuchs offen legen soll. Um die genaueren Eindrücke des jeweiligen Science Centers zu erfassen, wurde für jedes Science Center ein Bogen ausgefüllt, der Beobachtungen und Eindrücke der Atmosphäre, Farb- und Raumgestaltung beinhaltet. Mit diesen Informationen wurde ein kleiner Überblick über die Motive für einen Besuch und die allgemeinen Eindrücke gewonnen. Die Interviews bringen direkten Kontakt mit dem Besucher und führen zu spontanen Antworten, auf die bei Bedarf näher eingegangen werden kann und somit individuelle Befragungsverläufe entstehen.

6.1 Erstellung eines Fragebogens

Fragebögen dienen allgemein dazu, möglichst schnell viele Informationen von der Zielgruppe (hier den Besuchern der Science Center) zu erhalten. Sie sind vor allem bei Meinungsumfragen gut einsetzbar. Es wird zwischen offenen, geschlossenen und halboffenen Fragen unterschieden (Reinders, Ditton, & Gräsel, Empirische Bildungsforschung - Strukturen und Methoden, 2011).

Offene Fragen werden dann verwendet, wenn die mögliche Antwort nicht bekannt ist oder dem Befragten alle Antwortmöglichkeiten frei gelassen werden sollen. Dies hat einerseits zur Folge, dass die Antworten sehr individuell ausfallen können und somit nur schlecht vergleichbar oder in Kategorien einzuordnen sind, andererseits aber auch Aspekte erscheinen können, an die man selber bei der Konzeption der Antwortmöglichkeiten nicht gedacht hätte.

Bei geschlossenen Fragestellungen wird einer Frage eine passende, vorgegebene Antwort zugeordnet. Der Befragte kann sich also nur zwischen den gegebenen Antwortmöglichkeiten entscheiden. Die Gefahr ist hierbei, dass sich mancher nicht in den vorgegebenen Kategorien wiederfinden kann und entweder einfach irgendeine oder keine Antwort ankreuzt. Die Auswertung der Fragebögen würde somit nicht das eigentliche Meinungsbild der Befragten wiedergeben. Allerdings besitzen geschlossene Fragen eine gute Vergleichbarkeit, was die Auswertung vereinfacht.

Halboffene Fragen stellen eine Kombination aus offenen und geschlossenen Fragen dar.

6.2 Konzeption der Fragebögen

Für diese Arbeit wurde ein Fragebogen erstellt, welcher sowohl geschlossene als auch halb-offene Fragen beinhaltet. Mit den geschlossenen Fragen wurden größtenteils personenbezogene Daten wie das Alter oder allgemeine Eindrücke zum Science Center erfasst, sowie typische Ja/Nein-Fragen (Haben Sie das Gefühl heute etwas gelernt zu haben?). Die halb-offenen Fragen dienten vor allem dazu, der Motivation für den Science Center-Besuch auf den Grund zu gehen. Mit der Verwendung überwiegend halboffener Fragen sollte verhindert werden, dass sich Besucher in keine der vorgegebenen Kategorien einordnen können und bei Bedarf persönlich Stellung nehmen. Durch Mehrfachnennungen mussten sich die Besucher nicht auf eine Antwortalternative beschränken und konnten mehrere Aspekte ihrer Motivation angeben, was zu einer weiteren detaillierteren Besucherbeschreibung führen soll.

Dieser Fragebogen erfüllt nicht die gültigen Gütekriterien Objektivität, Reliabilität und Validität, da dies den Rahmen dieser Arbeit gesprengt hätte. Dennoch sind auch ohne diese Gütekriterien deutliche Tendenzen zu erkennen.

Der Fragebogen wurde in zwei Teile unterteilt: Vor und nach der Besichtigung, womit zuerst die persönliche Motivation, Erwartung und die Planung des Besuchs ermittelt wurde, um sie dann mit den tatsächlichen Eindrücken nach der Besichtigung zu vergleichen.

Zu Beginn des Fragebogens wurden allgemeine persönliche Daten abgefragt, um ein Bild der Besucher und deren Motivation für den Besuch zu erhalten. Unter anderem wurde gefragt, wie viel Zeit für den Besuch eingeplant wurde; mit dem Ziel zu erforschen, ob es manchen Besuchern besser gefallen hat als vorhergesehen und sie somit länger im Science Center verweilten.

Im zweiten Teil des Bogens wurden die Besucher nach ihrer tatsächlichen Verweildauer gefragt. Weitere Fragen waren noch, was für ein prozentualer Anteil der Exponate angeschaut wurde, ob es besonders verblüffende Exponate gab und ob sie den Besuch weiterempfehlen würden.

Zum Abschluss sollte das Science Center noch anhand der Arbeitsatmosphäre, der Exponateauswahl und den Themengebieten bewertet werden.

6.3 Erstellung eines Beobachtungsbogens

Die Beobachtung an sich stellt eine absichtliche und aufmerksame Art der Wahrnehmung dar. Sie ist geplant und verfolgt eine gewisse Absicht oder ein wissenschaftliches Ziel (Reinders, Ditton, & Gräsel, Empirische Bildungsforschung - Strukturen und Methoden, 2011). In diesem Fall wurde beim Grad der Beteiligung des Beobachters die Rolle des vollständigen Beobachters gewählt; d.h., dass der Beobachtende zwar am Ort des Geschehens anwesend ist, aber nicht interagiert, sondern sich passiv verhält. Die Besucher fühlen sich nicht beobachtet und verhalten sich ganz natürlich.

6.4 Konzeption des Beobachtungsbogens

Beobachtet wurde nicht nur allein das Verhalten der Besucher an den Exponaten, sondern auch die Einrichtung allgemein: Wie ist das Gebäude an sich aufgebaut und die einzelnen Gebiete unterteilt? Wie viele Besucherbetreuer stehen den Besuchern zur Seite? Waren Vertiefungsstationen vorhanden und wie gingen die Besucher mit den Exponaten um? Warum ist dieses Exponat besonders interessant? Dieser Beobachtungsbogen ist als Erinnerungsstütze gedacht und soll dazu beitragen, dass die Eindrücke sachlich notiert werden und im Nachhinein nicht von emotionalen Empfindungen verändert werden.

6.5 Erstellung eines Interviewleitfadens

Ein Interview ist ein persönlich - mündliches Gespräch, welches eher weniger fest strukturiert ist und der systematischen Gewinnung von Informationen durch gezielte Fragestellungen dient (Reinders, Ditton, & Gräsel, Empirische Bildungsforschung - Strukturen und Methoden, 2011).

Indem sich der Interviewer und der Befragte gegenüberstehen kann gezielt auch auf Reaktionen eingegangen werden. Allerdings besteht die Gefahr, dass beim Befragten Hemmungen entstehen, weil die Angst bewertet zu werden größer ist als bei Beantwortung eines Fragebogens. Die Anonymität ist allerdings in beiden Fällen gegeben. Ein mündliches Gespräch ist

sehr viel zeitaufwändiger als die Verteilung von Fragebögen, weshalb die Zahl der erhaltenen Interviews geringer ist.

Der Leitfaden dient nur als Gedächtnisstütze und kann im Laufe des Interviews komplett in den Hintergrund treten, sofern der Interviewverlauf andere Aspekte eröffnet.

6.6 Konzeption des Interviewleitfadens

Themen der Interviews sollten primär die Exponattexte sein: Wann/ob sie gelesen wurden und ob sie verständlich formuliert waren. Hätte sich der Besucher die Erklärung noch ausführlicher gewünscht und ist er der Meinung, die Aussage des Exponates verstanden zu haben? Es wurde ebenfalls gefragt, warum er sich ausgerechnet mit diesem Exponat beschäftigt hat, um Rückschlüsse ziehen zu können, in welcher Reihenfolge die Besucher das Science Center durchlaufen. In den ersten beiden Science Centern wurde noch recht nah am Leitfaden gefragt und die Antworten notiert. Diese Interviews erbrachten nicht ganz das detaillierte Ergebnis, weshalb der Interviewleitfaden nochmals überarbeitet wurde. In den folgenden Science Centern erfolgte die Durchführung zusätzlich mit einem Diktiergerät, um die Besucher zitieren zu können.

Natürlich verläuft so ein mündliches Gespräch immer nach individuellem Empfinden, weshalb die Fragestellungen leicht voneinander abweichen können und die Reihenfolge der gestellten Fragen variiert. Der zu ergründende Hintergrund blieb jedoch derselbe und die Antworten der Besucher wurden in passende Kategorien eingeteilt, um sie vergleichen zu können.

7 Ergebnisse der Fragebögen und Interviews

In den vier besuchten Science Centern wurden insgesamt 150 Fragebögen bearbeitet, wobei darauf geachtet wurde, Besucher aller Altersklassen zu erreichen. In Wels wurden 15, in Salzburg 21, in Frankfurt 50 und in Heilbronn 64 Fragebögen ausgefüllt. In den meisten Darstellungen wurden die einzelnen Science Center jedoch getrennt betrachtet, sodass das Ergebnis für jede Einrichtung aussagekräftig ist. Da die Besuche am Wochenende stattfanden, waren überwiegend Familien anzutreffen. Ausgewertet wurden die Fragebögen, indem die Nennungen gezählt wurden, wobei teilweise auch Mehrfachnennungen möglich waren. Die gezählten Nennungen wurden immer in Relation zu allen Nennungen eines Science Centers betrachtet. Bei halboffenen Fragen wurden die freien Antworten notiert, kategorisiert und die Häufigkeit beachtet.

7.1 Auswertung der Fragebögen

Allgemein besuchten 74% das Science Center mit ihrer Familie, gut 21% mit Freunden, Kollegen oder dem Partner. In den verschiedenen Science Centern gab es, wie Abbildung 15 zeigt, in dieser Hinsicht nur kleine Unterschiede, so waren im WELIOS eher Besucher alleine unterwegs und im HAUS DER NATUR waren tendenziell mehr Besucher mit Freunden/Kollegen/Partner zu finden.

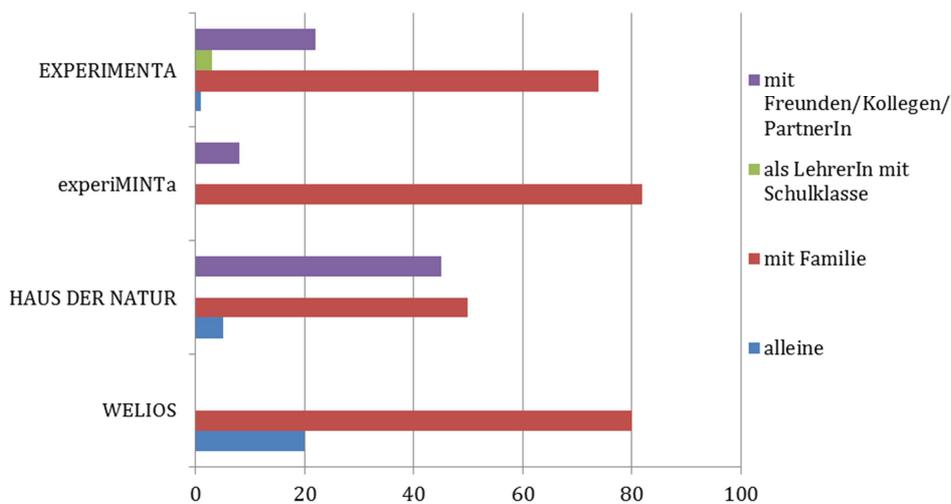


Abbildung 15: Angaben, mit wem das Science Center besucht wird.
Die Zahlen stehen für den prozentualen Anteil des jeweiligen Science Centers.

Die verschiedenen Altersstufen wurden gut erreicht, so waren gut 3 von 10 Befragten zwischen 31 und 45 Jahren, 26% unter 15 Jahren, gefolgt von 46-60jährigen und Jugendlichen bis 30 Jahren. Die seltenste Gruppe war die der Senioren über 60. Tendenziell war zu beobachten, dass die Besucher in Wels eher älter, in Heilbronn und Frankfurt eher jüngere Kinder bis 15 Jahre anwesend waren, wie folgender Abbildung 16 zu entnehmen ist.

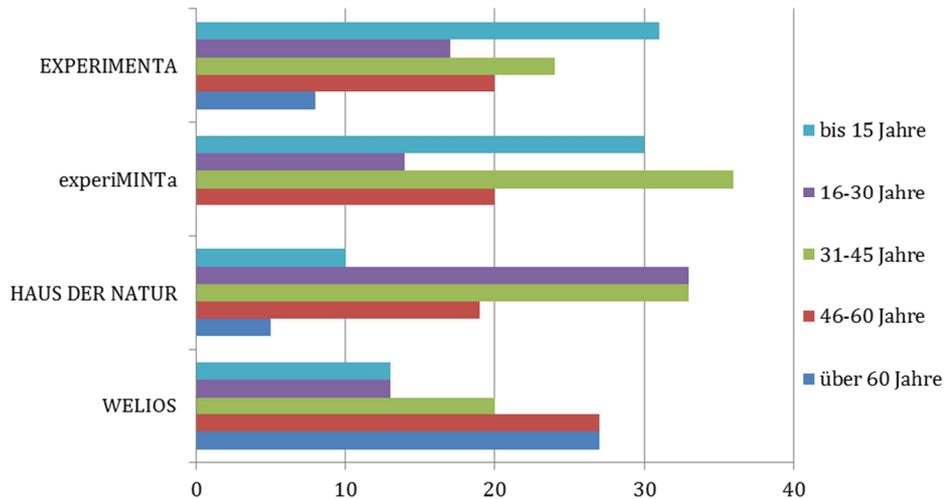


Abbildung 16: Antwortenverteilung, wie alt die Besucher waren.

Die Zahlen stehen für den prozentualen Anteil des jeweiligen Science Centers.

Auf die Frage, warum sie sich entschieden haben dieses Science Center zu besuchen antworteten 43%, dass sie die Möglichkeit in einem Museum selbst experimentieren zu können überzeugt hätte. 3 von 10 gaben an, genau dieses Science Center besuchen zu wollen, weil sie schon „viel davon gehört“ hätten. Als passendes Freizeitangebot wurde der Besuch von knapp 18% gesehen und 7% hatten andere Gründe, so zum Beispiel antwortete ein Vater: „Um meinem Sohn den Zugang zu naturwissenschaftlichen Phänomenen zu eröffnen“ und von manchem Kind war „wegen meinen Eltern“ zu lesen; Eltern wünschten sich eher „Bildung und Unterhaltung von Kindern“; dies wurde unter dem Punkt „Sonstiges“ zusammengefasst. Das Ergebnis dieser Frage ist zur Verdeutlichung in Abbildung 17 als Diagramm dargestellt.

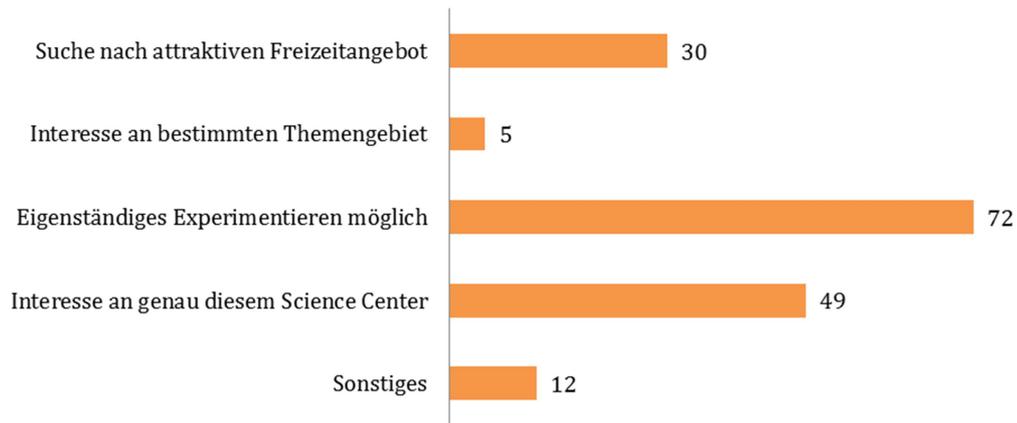


Abbildung 17: Antwortenverteilung auf die Frage: Warum haben Sie sich entschieden dieses Science Center zu besuchen? 168 Nennungen, Mehrfachnennungen möglich

Betrachtet man hier nun wieder die einzelnen Science Center getrennt, so fällt auf, dass für die Besucher der experiMINTa das eigenständige Experimentieren deutlich am wichtigsten ist und nur sehr wenige an einem speziellen Themengebiet interessiert oder auf der Suche nach einem passenden Freizeitangebot waren; wohingegen diese beiden Aspekte im WELIOS überwiegen. Allerdings ist das WELIOS auch eine Einrichtung, die sich ausschließlich dem Themengebiet der erneuerbaren Energien widmet, sodass es nicht erstaunen sollte, wenn Besucher sich gerade für diesen Bereich interessieren. Auffallend ist weiterhin, dass in der experiMINTa wenige Besucher Interesse an einem speziellen Themenbereich als Grund für Ihren Besuch angaben. Dies könnte am Aufbau der Einrichtung liegen: Die verschiedenen Bereiche sind nicht groß voneinander abgegrenzt und gehen teils ineinander über; eventuell weiß man gar nicht, in welchem Themenbereich gerade experimentiert wird. So wird es vermieden, allein durch die Betitelung der verschiedenen Abteilungen die Besucher abzuschrecken. Vielleicht hat man plötzlich Spaß mit Matheexperimenten, selbst wenn man sonst nie in eine Mathematikausstellung gegangen wäre. Beispielsweise in der EXPERIMENTA ist dies anders: die einzelnen Stockwerke sind groß mit Überschriften versehen, damit auch klar ist, um welches Themengebiet sich die Exponate handeln.

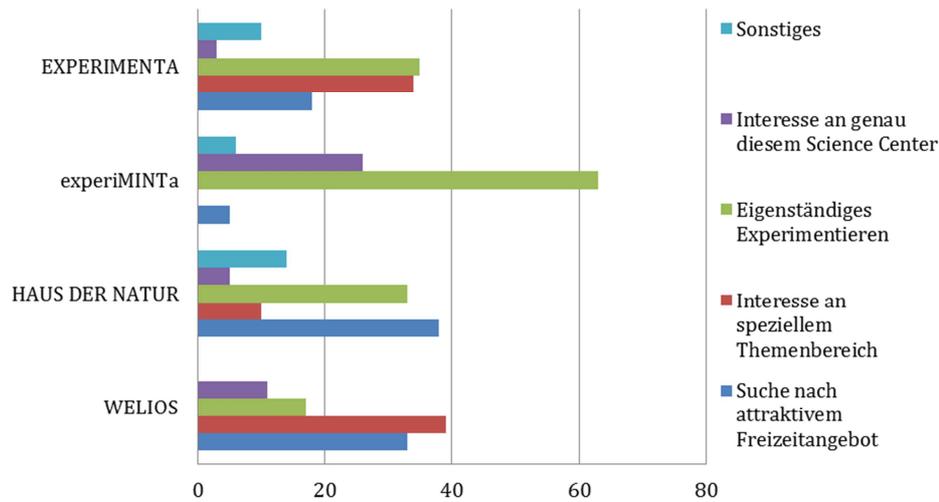


Abbildung 18: Antwortenverteilung auf die Frage, warum das Science Center besucht wurde (vgl. Abb.16). Die Zahlen stehen für den prozentualen Anteil des jeweiligen Science Centers.

Vom Aufenthalt erhoffte sich fast jeder Dritte Naturwissenschaft mal anders/neu zu erleben, dicht gefolgt von guter Unterhaltung. Jeder Fünfte bezweckte mit dem Science Center-Besuch eine Vertiefung schon bereits vorhandenen Wissens und nur gute 15% hofften, eine Erklärung für ein alltägliches Phänomen zu erhalten. Weiterhin wünschte sich ein Kind „mal Spaß im Museum zu haben“, eine Großmutter wollte „Beschäftigung mit [ihrem] Enkel“ und der Besuch solle gegen Langeweile helfen. Diese und weitere Aspekte wurden im Punkt „Sonstiges“ zusammengefasst. Zur Veranschaulichung dieser Frage ist in Abbildung 19 wieder ein Diagramm dargestellt.

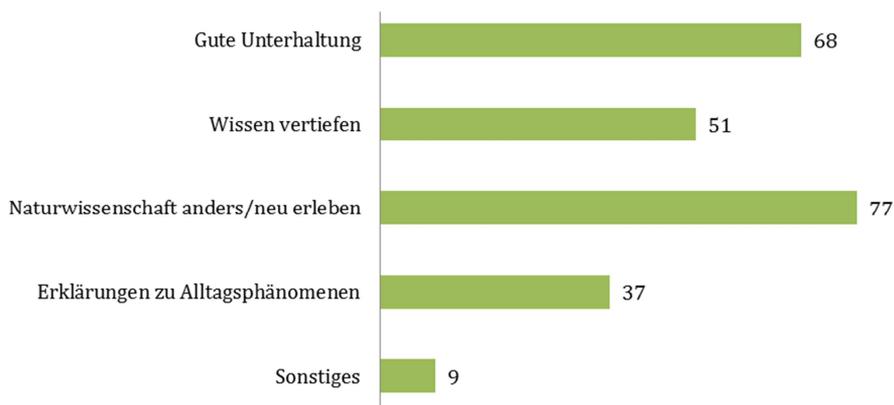


Abbildung 19: Antwortenverteilung auf die Frage: Was erwarten Sie von Ihrem Besuch? 145 Nennungen, Mehrfachnennungen möglich

In Wels hielten sich die gewünschte Unterhaltung, Wissensvertiefung und Naturwissenschaft neu/anders zu erleben mit knapp 27% die Waage, wohingegen in Salzburg mit 38%

die gute Unterhaltung dominierte und nur knapp jeder Vierte Naturwissenschaft neu/anders erleben oder sein Wissen vertiefen wollte. Gerade die Einrichtung war in Salzburg auch sehr auf Unterhaltung ausgerichtet: so wurden hier, wie schon erwähnt, viele Farben verwendet. Ein weiterer Grund für die Antworten der Besucher könnte auch sein, dass dieses Science Center in ein Naturkundemuseum eingebunden ist und somit diese Abteilung mal zur Abwechslung ein Hands-on erfordert, welches mit viel Spaß verbunden wird. Umgekehrt war der Effekt in Heilbronn wahrzunehmen: Hier war das Erleben von Naturwissenschaft wichtiger als die gute Unterhaltung. Erklärungen für Alltagsphänomene wurden in allen besuchten Science Centern ähnlich erwartet, waren wohl aber eher selten der ausschlaggebende Punkt für den Besuch. Eine anschaulichere Darstellung dieser Ergebnisse stellt Abbildung 20 dar.

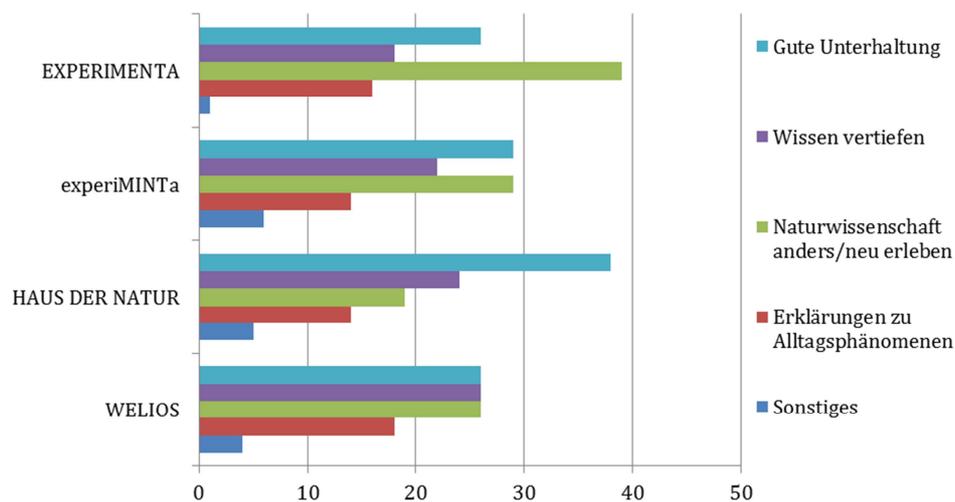


Abbildung 20: Antwortenverteilung auf die Frage, was von dem Besuch erwartet wird.
Die Zahlen stehen für den prozentualen Anteil des jeweiligen Science Centers.

Allgemein kann gesagt werden, dass den Besuchern, tendenziell noch vor einer guten Unterhaltung, Naturwissenschaft mal anders zu erleben am wichtigsten war.

Über die Hälfte der Besucher plante zwischen zwei und vier Stunden für den Besuch ein, fast jeder Vierte wollte dort zwischen vier und sechs Stunden verbringen und jeder Fünfte keine zwei Stunden. In Salzburg ist das Science Center noch mit einem großen Naturkundemuseum gekoppelt, was hier wahrscheinlich der Grund dafür war, weshalb sich die Besucher nur weniger als zwei Stunden für den Besuch des Science Centers nahmen. Für den Besuch der EXPERIMENTA wurde durchschnittlich am meisten Zeit eingeplant. Wie folgende Abbildung 21 zeigt, wurde für die experiMINTa eher weniger Zeit eingeplant.

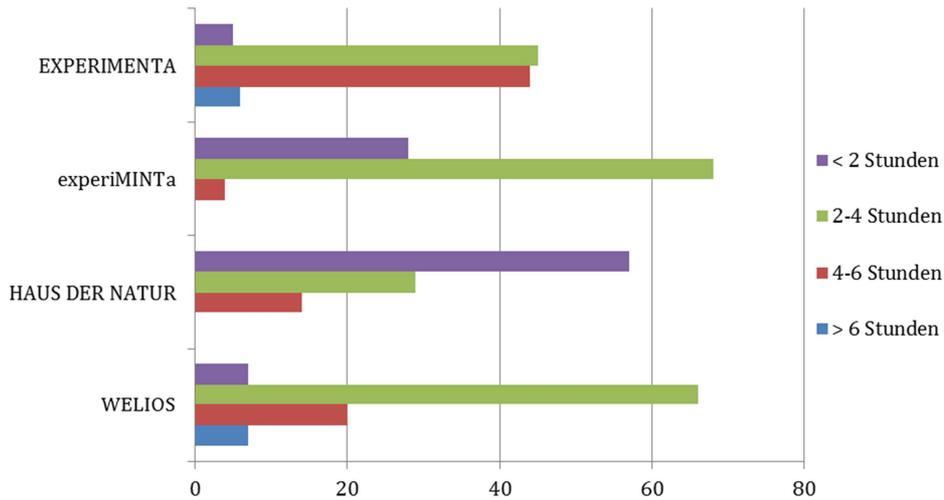


Abbildung 21: Antwortenverteilung auf die Frage, wie viel Zeit für den Besuch eingeplant wird.
Die Zahlen stehen für den prozentualen Anteil des jeweiligen Science Centers.

In Abbildung 22 ist die tatsächliche Verweildauer der Besucher dargestellt. Die Abweichung zur beabsichtigten Besuchsdauer ist nur minimal vorhanden und somit nicht signifikant.

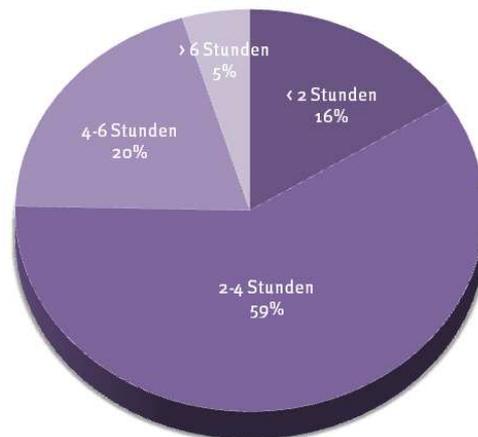


Abbildung 22: Antwortenverteilung auf die Frage: Wie lange waren Sie in der Ausstellung?
150 Nennungen, keine Mehrfachnennungen möglich

In Bezug auf die Verweildauer im Science Center wurde festgestellt: über 70% der Besucher hielten die geplante Zeit ein und nur wenige blieben länger oder gar kürzer.

Von der Besuchsdauer ist natürlich abhängig, wie viele Exponate angeschaut und ausprobiert werden konnten. Hier gab jeder Dritte an, zwischen $\frac{1}{2}$ und $\frac{3}{4}$ gesehen zu haben; 28% meinten $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ ausprobiert zu haben und ein Viertel war der Meinung, sogar über $\frac{3}{4}$ der Exponate behandelt zu haben. In den verschiedenen Science Centern waren hier größere Unterschiede zu erkennen, wie in Abbildung 23 abgebildet ist.

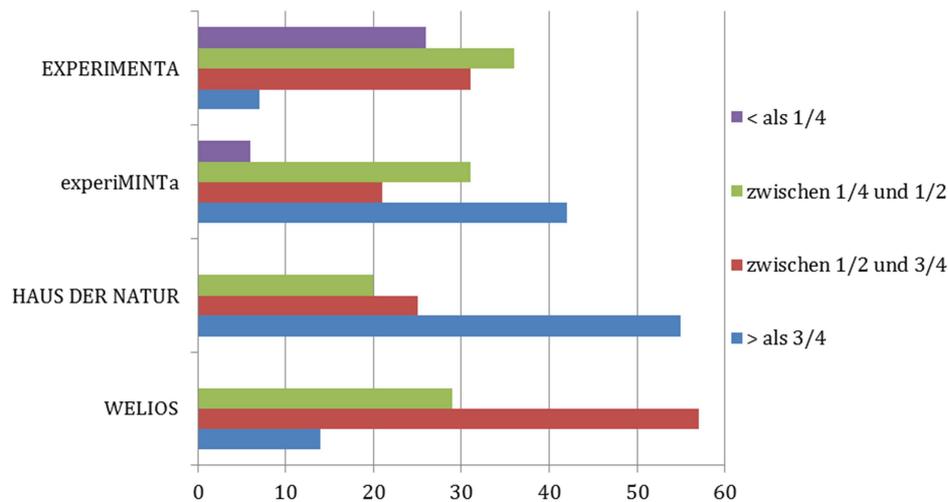


Abbildung 23: Antwortenverteilung auf die Frage, welcher Anteil der Ausstellungsexponate behandelt wurde. Die Zahlen stehen für den prozentualen Anteil des jeweiligen Science Centers.

So gaben in Heilbronn fast $\frac{3}{4}$ an, weniger als die Hälfte gesehen zu haben, was daran liegen kann, dass in Heilbronn 150 interaktive Exponate zum Ausprobieren locken und diese wohl kaum innerhalb von wenigen Stunden zu schaffen sind. Das Gegenteil war in Frankfurt zu beobachten: 73% der Besucher gaben an, mehr als die Hälfte bearbeitet zu haben. In Salzburg meinten sogar $\frac{3}{4}$ der Besucher, mehr als $\frac{3}{4}$ der Ausstellung gesehen zu haben und das, obwohl die Besucher in Salzburg tendenziell deutlich weniger Zeit für den Besuch einplanen. Auffallend ist, dass in den beiden Science Center HAUS DER NATUR und experiMINTa, für welche durchschnittlich deutlich weniger Zeit eingeplant wurde, die Besucher im Schnitt der Meinung waren, mehr gesehen zu haben, wie/als in den anderen beiden.

Für zwei von drei Besuchern war es der erste Besuch dieses Science Centers, was impliziert, dass jeder Dritte als „Wiederholungstäter“ bezeichnet werden kann. Die Rolle dieses Drittels beschreibt Elke Rothfuß, kaufmännische Leiterin der EXPERIMENTA in Heilbronn, wie folgt: „Die Wiederholungstäter zeichnen es [das Science Center] aus, ob es wirklich so gut ist, oder ob man es halt nur einfach einmal gesehen haben muss und das war’s...“ (Rothfuß, 2012). Mit 41% gab es in Heilbronn auch überdurchschnittlich viele Besucher, die nicht zum ersten Mal dort waren. Dies kann aber daran liegen, dass die EXPERIMENTA schon eine etablierte Einrichtung im Raum Heilbronn ist. Die experiMINTa in Frankfurt wurde erst im Jahre 2011 eröffnet, weshalb noch nicht so viele Besucher zum wiederholten Mal anzutreffen waren.

Allgemein fand mehr als die Hälfte der Besucher mindestens ein Exponat besonders verblüffend oder faszinierend. Während dies in Heilbronn auf 44% zutraf, waren in Frankfurt sogar 73% zu verzeichnen.

Vor ihrem Besuch gaben 15% an, Erklärungen für Alltagsphänomene finden zu wollen und nach dem Besuch waren 18% der Meinung, diese auch gefunden zu haben; in Heilbronn waren es nur 10%, in Frankfurt dafür 30%. Dieses Phänomen könnte eventuell damit erklärt werden, dass in Frankfurt sehr viel Wert auf die Eingebundenheit der Exponate in den Alltag gelegt wurde und deren unterschiedliche Einsatzgebiete aufgegriffen wurde. Neben einem Exponat über Wärmeleitung standen z.B. zwei Stühle: einer aus Holz, der andere aus Metall. Die Verbindung zum Alltag konnte sehr schnell hergestellt werden.

Nach dem Besuch hatten neun von zehn das Gefühl, etwas gelernt zu haben und sogar fast alle (99%) hatten Spaß im Science Center. Über die verschiedenen Einrichtungen verteilt gab es keinerlei Unterschiede, was dafür spricht, dass alle Science Center ihr Ziel der Wissensvermittlung auf spielerische Art und Weise gut umsetzen konnten und nicht belehrend wirkten. Nur sehr selten wurde ein Thema vermisst, welches eventuell hätte behandelt werden sollen. Gerade einmal einer von zehn Besuchern wusste hier etwas zu konstatieren.

„Es wird gut erklärt und es lohnt sich“, so kommentierte ein Besucher die Frage, ob er dieses Science Center weiterempfehlen würde. Weitere Antworten waren, weil *„es Spaß macht und man was gelernt hat“*, *„man alles ausprobieren kann“*, *„Wissen erlebbar wird“*, *„Lernen auf spielerische Art und Weise“* und viel Wissen auf unterhaltsame Weise vermittelt wird. Gerade für ältere Besucher war die *„Möglichkeit für verschiedene Generationen etwas gemeinsam zu erleben“* wichtig. Die Science Center in Heilbronn und Salzburg wurden von allen Besuchern weiterempfohlen. Insgesamt hätten nur 3% aller Besucher einen Besuch dieses Science Centers nicht befürwortet, weil manches defekt war, es zu viele Kinder gab oder aber es einfach bessere Einrichtungen gibt.

Für Schulklassen gab es ein eindeutiges Ergebnis: 96% der befragten Besucher meinten, dass Schulen öfter solche außerschulischen Bildungseinrichtungen besuchen sollten, da ein solcher Besuch als *„anschaulich-praktischer Physikunterricht“* *„pädagogisch wertvoll“* sei, *„man [...] spielerisch lernen kann“* und eine *„Vertiefung mathematischer und physikalischer Kenntnisse“* möglich ist. Des Weiteren können *„naturwissenschaftliche Experimente [...] theoretisches Wissen“* vertiefen und so zu *„Learning by doing“* beitragen. Weithin fehlen *„in [der]*

Schule [...] [auch] finanzielle Mittel“ für den Kauf teurer Experimente, weshalb diese „andere Wissensvermittlung“ „auf verschiedenen Kanälen“ in Science Centern gerne in Anspruch genommen wird und es somit „nicht so langweilig wie der Lehrstoff ist“. Allerdings wurde ein Besuch häufig nur mit fachkompetenter Begleitung empfohlen, damit die „Vertiefung vom Schulstoff“ nicht zu kurz kommt und nicht nur, damit „sie [die Schüler] dann weniger Unterricht haben“, wie es sich ein Schüler wünschte.

Die allgemeinen Eindrücke in den verschiedenen Science Centern wurden bis auf einzelne Ausnahmen durchweg positiv beschrieben, wobei hier sowohl Salzburg als auch Frankfurt hervorzuheben wären, wo um die 90% der Antworten in der besseren Hälfte eingeordnet wurden. Gestört hat die Besucher meistens, dass der „Lärmpegel zum Teil erheblich“ war, welches eine angenehme Arbeitsatmosphäre fast unmöglich machte, manche Exponate defekt waren und eine sofortige Reparatur nicht stattfand.

7.2 Auswertung der Interviews

Doch ist es überhaupt sinnvoll, in einem Science Center die Exponate mit einem erklärenden und anleitenden Text zu versehen? Ohne Text sind die Besucher vollkommen auf sich alleine gestellt, weshalb sie darauf angewiesen sind, sich intensiver mit der Materie zu befassen, um sich das dargestellte Phänomen erklären zu können. Ist eine Erklärung vorhanden, so könnte man der Bequemheit zuliebe diese bei Bedarf einfach durchlesen und schon hat man ohne größeren Aufwand die gesuchte Begründung. Das erwünschte Selbsterforschen der Effekte würde eventuell wegfallen.

Eine der Leitfragen in dieser Erhebung war, ob und warum die Besucher die Texte gelesen haben (**vgl. Abb. 24**): Dient der Text zur Anleitung oder zum Verständnis?

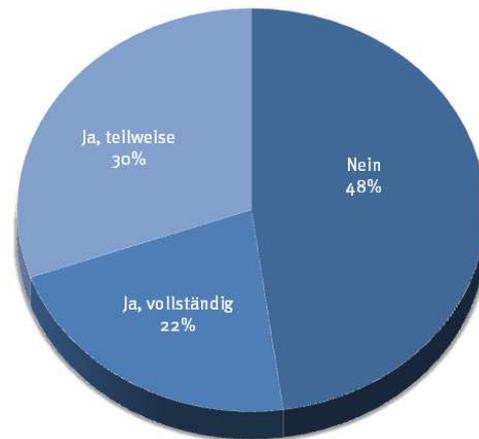


Abbildung 24: Antworten auf die Frage: Haben Sie den Exponaterklärung gelesen?
92 Nennungen, keine Mehrfachnennung möglich

Wie in Abbildung 24 zu sehen ist, liest fast die Hälfte der Besucher keine Texte. Dies lag entweder daran, dass „kein Interesse am Text“ bestand, die „Erklärung [selbst] abgeleitet“ wurde, der „Spieltrieb“ stärker war oder die Geduld nicht lange hielt und „[...] ich des gleich ausprobieren wollte“. Es schien die meisten gar nicht zu stören, wenn sie den zu beobachtenden Effekt nicht erklären konnten, so meinte ein Besucher in der experiMINTa, Frankfurt: „[...] ich find's auch nicht schlimm wenn man nicht alles versteht. Es geht darum, dass es eben Spaß macht und wenn ich noch was für mich entdecke ok, aber ansonsten...“. Dies ist wohl das Anliegen von sehr vielen Besuchern. Im Vordergrund steht erst einmal der Spaß und falls es etwas geben sollte, was einen doch faszinieren sollte, so kann man dann den Text lesen oder sich intensiver mit dem Thema beschäftigen.

Herr Dr. Ulrich Bosler von der experiMINTa erklärt sich das Phänomen des Nicht-Text-Lesens wie folgt: „Es gibt einmal ein Verhalten, dass viele denken, sie müssen viel konsumieren und durchlaufen und dann hat man eine bestimmte Zeit und dann geht's halt oberflächlich an bestimmte Exponate. Das zweite: Kleine lesen natürlich auch weniger...“.

Der Großteil derjenigen, die den Text nicht gelesen hatten, interessierte sich nicht für die Erklärung. Zur Anleitung fanden es manche nicht wichtig, einen erklärenden Text vorzufinden, man probiert einfach aus und dann wird das schon klappen.

In Abbildung 25 ist das Diagramm in die verschiedenen Antwortmöglichkeiten unterteilt, sodass deutlich wird, dass selbst von den 52%, die angaben den Text gelesen zu haben, ihn nur 42% vollständig lasen. 90% der Leser befassten sich mit dem Exponat erst hinterher und nur einer von zehn beschäftigte sich noch einmal nach dem Beobachten des Phänomens mit der Erklärung.

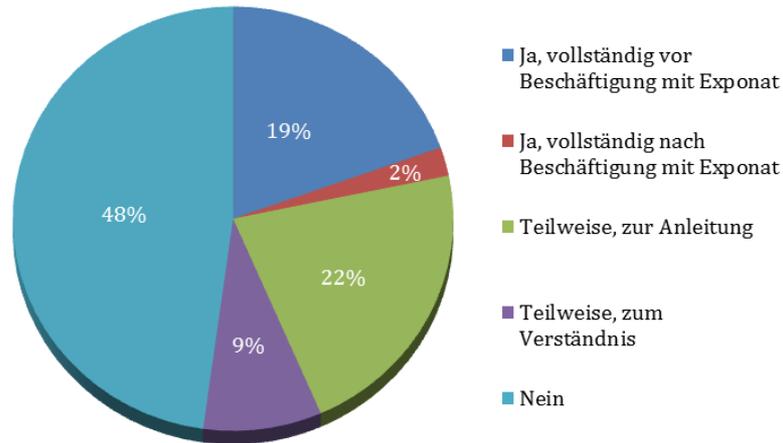


Abbildung 25: Antwortenverteilung auf die Frage, inwiefern die Begleittexte gelesen wurden.

„Wir versuchen eigentlich erst zu lesen [...] [damit] man weiß, was man machen muss“, erläutert eine Besucherin, weshalb sie sich erst mit der Erklärung beschäftige. Es sei „*interessant die Ergebnisse [im Voraus] zu wissen [...]*“, so ein weiterer Kommentar. Insgesamt waren es 30%, die sich mit dem Text nur teilweise befassten, wovon ihn wiederum 71% nur zur Anleitung lasen und fast nur jeder Vierte sich um inhaltliches Verständnis bemühte. „[...] [bei der Erklärung] versteh ich ja alles“, meinte eine Besucherin in Frankfurt: Sie hatte den Text nicht zur Erklärung gelesen, sondern nur zur Anleitung.

Die unterschiedlichen Konzeptionen der Exponaterklärungen in den verschiedenen Science Centern scheinen einen Einfluss auf das Leseverhalten der Besucher zu haben. So lasen in Wels zwei von dreien die Erklärung; knapp die Hälfte vor der Beschäftigung mit dem Exponat. Wohingegen in Heilbronn die Mehrheit keinen Text las und die restlichen auch nur teilweise. Allein die Exponate im HAUS DER NATUR scheinen die Besucher nach der Beschäftigung dazu verleitet zu haben, sich nochmals mit einer Erklärung zu befassen und allgemein wurden hier die Exponaterklärungen eher in Anspruch genommen. Die Ergebnisse sind in Abbildung 26 verdeutlicht.

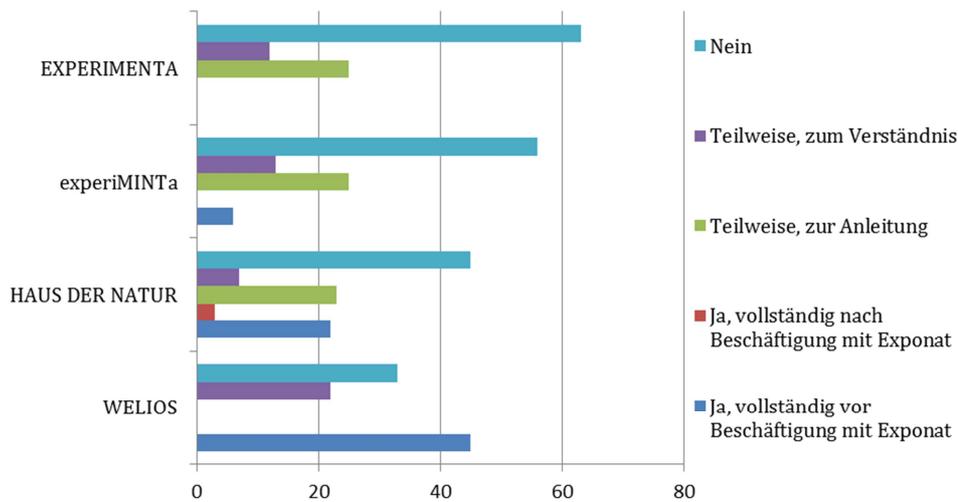


Abbildung 26: Antwortenverteilung auf die Frage, ob und wann sich mit den Begleittexten beschäftigt wurde. Die Zahlen stehen für den prozentualen Anteil des jeweiligen Science Centers.

Sofern die Texte gelesen wurden, wurden sie durchweg als verständlich angesehen, egal ob es sich um die Anleitung oder die wissenschaftliche Erklärung handelte.

Unabhängig davon, ob der Text nun gelesen wurde oder nicht, meinten anschließend 84% der Besucher die Aussage des Exponates verstanden zu haben; nur 13% verneinten dies. Die Angaben, warum sie meinten, die Aussage nicht verstanden zu haben, lassen sich in folgende Kategorien zusammenfassen:

- „Text nicht gelesen“,
- „nur zum Spaß“ oder
- „[Thema] interessiert nicht“.

Ebenso im Verständnis der Aussage des Exponates waren wieder Unterschiede in den Science Centern festzustellen: In Frankfurt meinten nur 62% die Aussage verstanden zu haben, in Salzburg waren es sogar 93%. Das könnte an der größeren Anzahl derjenigen liegen, die die Texte lasen. In Salzburg nahmen sich die Besucher die Zeit, die Erklärungen durchzulesen, in Frankfurt war dies eher nicht der Fall. Da die Textkonzepte der beiden Science Center recht ähnlich sind und jedes Mal auf den Alltagsbezug eingegangen wird, kann nicht davon ausgegangen werden, dass diese Aspekte für den großen Unterschied verantwortlich sind.

Zusammenfassend könnte man also sagen, dass jeder, der sich mit dem Exponat beschäftigte und sich für die Erklärung interessierte, der Meinung war, die Aussage auch verstanden zu haben.

Auf die Frage, warum sie sich jetzt gerade mit diesem Exponat beschäftige, kam von einer Besucherin in Heilbronn prompt die Antwort: „Weil alles was knallt gut ist“. Gerade kleinere Kinder wurden häufig von der äußeren Aufmachung und den vom Exponat ausgehenden Geräuschen angezogen, so meinte ein kleiner Junge, dass es „Spaß macht“ und er es auch mal ausprobieren wolle. Durch alle Science Center hindurch wurde der Gesamteindruck der Exponate als sehr ansprechend beschrieben, und trotzdem reizte nur einen von vier Besuchern das Äußere des Exponates, um sich näher darauf einzulassen.

Insgesamt 43% der Besucher befassten sich mit dem Exponat, weil es entweder gerade frei oder an der Reihe war. In den Science Centern ist normalerweise keine feste Reihenfolge vorgegeben, nur manchmal ist mit Pfeilen auf dem Boden oder an den Wänden eine Route vorgeschlagen. Es ist verwunderlich, dass so viele Besucher ihren Rundgang trotzdem nach einem Plan zu organisieren scheinen, um alles zu erkunden. Nur für jeden Fünften gab es andere Gründe, sich mit einem Ausstellungsstück zu beschäftigen, so war es „nur rein der Jux und Spaß des zu machen“, purer „Spieltrieb“, oder die Kinder waren schon zu einem von ihnen auserwählten Exponat gelaufen, was dazu führte, dass sich nun ebenfalls die Eltern damit beschäftigten.

In der EXPERIMENTA waren viele Eltern, die sich mit dem Exponat aufgrund des Interesses ihrer Kinder befassten. Im HAUS DER NATUR war am Tag der Besichtigung allgemein großer Andrang, weshalb es verständlich ist, sich mit den Exponaten zu beschäftigen, die gerade frei sind. Anders im WELIOS, da hier kein so großer Ansturm auf die Exponate war, kann davon ausgegangen werden, dass sich die Besucher mit den Stationen der Reihe nach beschäftigen. In diesem Science Center waren auch Pfeile auf dem Boden zu finden, die eine gewisse Reihenfolge vorschlugen. Die genauere Aufteilung stellt Abbildung 27 dar.

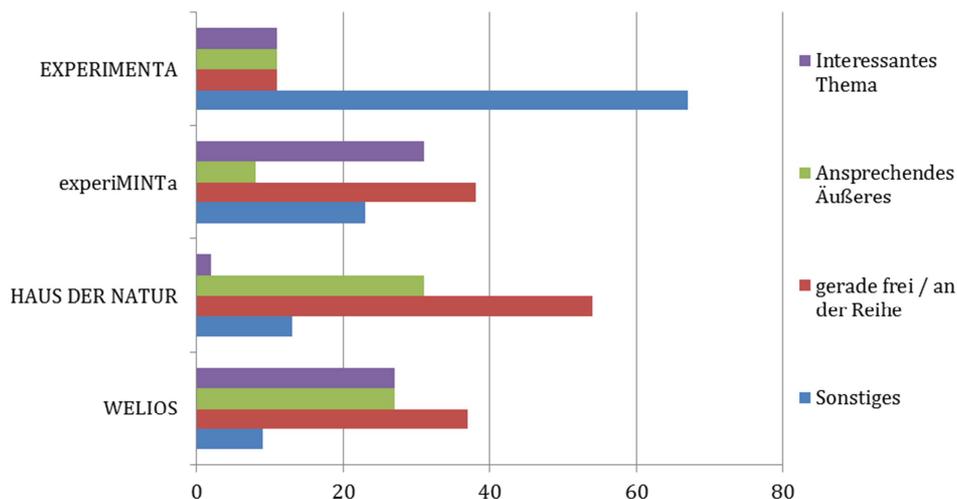


Abbildung 27: Antwortenverteilung auf die Frage, warum sich gerade mit diesem Exponat beschäftigt wurde.

Die Zahlen stehen für den prozentualen Anteil des jeweiligen Science Centers.

7.3 Resultat der Fragebögen

Basierend auf den Ergebnissen dieser Befragungen lässt sich feststellen: Es gibt keinen typischen Science Center-Besucher. Sowohl die Motivationsgründe als auch die an den Besuch gekoppelten Erwartungen sind stark vom Individuum abhängig. Tendenziell lässt sich aber durchaus sagen, dass die Science Center nicht primär nur dem Spaß oder der Wissensvermittlung zugeschrieben werden können, sondern diese Punkte in ihrer Wichtigkeit gut ausbalanciert sind.

Aufgrund dieser Studie kann festgehalten werden, dass immerhin fast ein Viertel der Besucher die Texte vollständig liest und weitere 22% ihn wenigstens zur Anleitung in Anspruch nehmen. Die Erklärungen sind deshalb von großer Bedeutung und sollten nicht weggelassen werden.

Wer selber experimentieren und forschen möchte muss sich die Texte nicht durchlesen und kann sie einfach ignorieren. Aber basierend auf den Ergebnissen dieser Befragung kann die Aussage, Exponaterklärungen seien überflüssig, nicht unterstützt werden.

Ob die verschiedenen Textkonzeptionen Einfluss auf das Leseverhalten haben, kann mit dieser Studie nicht beantwortet werden, da es zu viele andere Faktoren gab, die dieses Verhalten beeinflussten.

8 Verwirklichung eines Exponates: Lehrsatz des Pythagoras

8.1 Warum gerade dieses Thema?

In Science Centern werden nicht nur physikalische Themen behandelt. Nein, es wird Wert auf jegliche Naturwissenschaft gelegt; ob nun auf Mathematik, Biologie oder Technik. In der Mehrheit der Science Center ist eine mathematische Abteilung zu finden, in der der Lehrsatz des Pythagoras ein Standardexponat ist. Und das aus gutem Grund: Der Satz des Pythagoras ist sowohl im Lehrplan für Gymnasien als auch für Realschulen in Bayern ein wichtiges Thema. Außerdem ist er einer der fundamentalen Sätze der euklidischen Geometrie und spielt in vielerlei Hinsicht eine wichtige Rolle in der angewandten Mathematik.

In der Schule wird die Formel nur stur auswendig gelernt und angewendet. Was aber wirklich dahinter steckt ist meistens nicht klar.

Durch dieses einfache Exponat, welches relativ leicht nachzubauen ist, soll eine Veranschaulichung des Satzes des Pythagoras gegeben werden, sodass den Schülern demonstriert wird und sie selber ausprobieren können, dass hinter der Formel mehr steckt, als nur eine willkürliche Kombination verschiedener Buchstaben.

8.2 Konzeption und Realisierung eines eigenen Exponates

Nachdem nun viele Erfahrungen in den verschiedensten Science Centern im deutschsprachigen Raum gesammelt und die pädagogischen Hintergründe und Ziele eines solchen Museums erläutert wurden, sollen nun die gesammelten Erkenntnisse in die Konzeption eines eigenen Exponates für das Mathematische, Informationstechnologische und Naturwissenschaftliche Didaktikzentrum M!ND der Universität Würzburg einfließen. Somit erhält diese Hausarbeit noch eine praktische Komponente, in der versucht wird, die Theorie umzusetzen.

8.2.1 Allgemeines zu Exponaten und Begleittexten

Zuallererst soll nun kurz darauf eingegangen werden, welche Ansprüche an ein Exponat und den zugehörigen Text gestellt werden und wie sich dies auf die Umsetzung auswirkt.

8.2.1.1 Begleittexte

Wenn es keine Begleittexte zu den Exponaten gäbe, würde das heißen, dass das selbstständige Forschen im Mittelpunkt steht und keinerlei fertige Lösung oder Erklärung des Phänomens vorhanden ist. Doch haben Texte im Allgemeinen nicht nur die Aufgabe der Erklärung, sondern auch der Anleitung. Wie soll man selbstständig den wissenschaftlichen Hintergrund eines Exponates erforschen, wenn man es nicht richtig bedienen kann und somit der zu erwartende Effekt ausbleibt? Die Funktion des Begleittextes ist also nicht nur auf die Erklärung allein zu reduzieren. *„Theorie und Experiment bedingen einander; eine Theorie ohne Experiment ist blind, ein Experiment ohne Theorie leer“* (Engeln & Euler, 2005). Diese Theorien sind meistens in den Texten beschrieben und erklärt.

Doch die Erstellung eines passenden Textes ist noch weit komplexer.

Herr Dr. Ulrich Bosler von der experiMINTa in Frankfurt bringt eines der Hauptprobleme auf den Punkt: *„[Das] Schwierigste ist, einen Text zu machen, der einigermaßen erklärt und trotzdem keine physikalischen Fachbegriffe verwendet“* (Bosler, 2012). Angesprochen wurde hier die Schwierigkeit, das angemessene Niveau der Texte zu finden. Wie schon bereits angesprochen wurde, ist das Science Center an sich für alle Altersstufen konzipiert worden. Doch eben das birgt das Problem in sich: Wie soll ein Text ausschauen, welcher sowohl dem erfahreneren Ruheständler als auch dem 12-jährigen Schüler das zu beobachtende Phänomen klar und verständlich erklärt? Die unterschiedlichsten Besucher bringen unterschiedlichstes Vorwissen mit sich, welches es bei der Textkonzeption zu berücksichtigen gilt. Einige Science Center sind einen Kompromiss eingegangen und haben zusätzlich zu dem eher oberflächlich gehaltenen Text noch die Möglichkeit geschaffen, sich vertieft zu informieren, indem sie Zusatzinformationen anbieten; entweder direkt am Exponat, an Vertiefungsstationen oder als Begleitheft.

Doch das Textniveau ist noch lange nicht das einzige Problem, welches die Konzeption eines Begleittextes mit sich bringt. Zu bedenken gibt es gleichfalls, wie lang der Text sein soll. Ist er nur sehr kurz besteht die Gefahr, das Thema nicht ausführlich genug zu behandeln. Besteht er aber aus mehreren Seiten, so wirkt das eher abschreckend auf die Besucher. Der wissenschaftliche Inhalt muss also knapp, aber trotzdem verständlich formuliert werden. Weites Ausholen auf Grundkenntnisse und Auffrischung von Grundwissen scheint im eng gehaltenen Rahmen nicht möglich zu sein.

Ebenso tragen die Auswahl der Schriftart, Farbe, begleitenden Bilder oder Skizzen und der Textart, sowie dessen Gliederung zum Erscheinungsbild der Texte bei. So macht es einen

Unterschied, ob der Besucher einen Fließtext vorfindet, welcher nur in schwarz-weiß und ohne Bilder zur Veranschaulichung gestaltet ist, oder einen, deutlich in zusammenhängende Sinnabschnitte gegliederten Text, bei welchem die einzelnen Unterpunkte mit unterstützenden Skizzen und Farben verbunden sind. Die Texttafel darf aber keinesfalls zu überfüllt wirken und alle zu erwartenden Effekte vorwegnehmen, da sonst der Spieltrieb der Besucher verschwindet. Prinzipiell kann festgehalten werden, dass ein ansprechendes äußeres Erscheinungsbild auf jeden Fall von Vorteil ist; wie das nun in den einzelnen Fällen umgesetzt wird, bleibt jedem selbst überlassen. Aber gerade hier ist Vorsicht geboten, denn zu viel des Guten ist wieder kontraproduktiv. Hier waren in den verschiedenen Science Centern wieder alle möglichen Kombinationsmöglichkeiten zu finden, wobei der Kreativität keine Grenzen gesetzt waren.

Eines sollte der Begleittext aber auf alle Fälle sein: eine gute Beschreibung des vorzufindenden Effekts und eine fachlich korrekte Erklärung. Er sollte sowohl zur Anleitung des Exponates, als auch zur Information dienen und immer leicht und eindeutig mit dem behandelnden Exponat in Verbindung zu bringen sein. Gerade die Überschrift hat die Aufgabe, die Aussage oder das Thema des Exponates kurz zusammenzufassen und zur Beschäftigung mit diesem zu motivieren. Nicht zu vernachlässigen ist, dass der Text für Jung und Alt leicht zugänglich ist und nicht auf einer Höhe hängt, bei der Kinder ihn vielleicht gar nicht erst bemerken, geschweige denn lesen können.

8.2.2 Konsequenz aus den gewonnenen Erkenntnissen für Exponaterklärungen

In den vier verschiedenen Science Centern waren auch genauso viele unterschiedliche Vorgehensweisen bei der Erstellung der Exponaterklärungen zu beobachten. In zweien wurde eine sichtbare Untergliederung des Textes vorgenommen, die bei den beiden anderen entweder fehlte oder nicht deutlich zu erkennen war. Mit einer vorhandenen Textgliederung fällt es viel leichter, den Text zu lesen und sie bietet die Möglichkeit, sich direkt nur mit einem der angebotenen Gliederungspunkte zu beschäftigen. Wenn also nur die Anleitung des Exponates von Bedeutung ist, kann man sich allein den ersten Gliederungspunkt anschauen; wenn eine wissenschaftliche Erklärung erwünscht ist, hilft ein anderer Gliederungspunkt weiter. Bei einer durchgängig geschriebenen Erklärung, selbst wenn sie in sich gegliedert ist, besteht diese Möglichkeit nicht oder nur erschwert.

Festzuhalten wäre also, dass die Exponaterklärung auf jeden Fall deutlich in mehrere Unterpunkte gegliedert sein sollte.

Doch wie viele Gliederungspunkte sind optimal? Die „richtige“ Anzahl von Unterpunkten zu finden fällt schwer und ist fast unmöglich; dennoch scheint es sinnvoll, die Erklärung in circa vier Abschnitte zu unterteilen:

- **Was ist zu tun?**

Eine kurze Anleitung, was getan werden muss, um den gewünschten Effekt beobachten zu können.

- **Was passiert?**

Unter diesem Punkt sollte eine objektive Beschreibung des zu beobachtenden Phänomens zu finden sein und die Aufmerksamkeit gegebenenfalls auf leicht zu übersehende Details gelenkt werden.

- **Warum ist das so?**

Hier soll eine kurze, leicht verständliche fachliche Erklärung das Phänomen beschreiben und erklären, wie es zustande kommt.

- **Wo wird das angewandt?**

Wichtig für das Verständnis ist, dass der Alltagsbezug hergestellt wird, indem man erwähnt, wie und wo diese spezielle Eigenschaft der Naturwissenschaft im alltäglichen Leben angewendet wird.

Gerade die Anwendung in Wissenschaft, Technik und Alltag ist bei der Konzeption von großer Bedeutung, denn *„Informationen ohne einen für den Lernenden relevanten Kontext sind für ihn weniger bedeutsam und regen ihn infolgedessen auch weniger zum Nachdenken an.“* (Pawek, 2009). Dieser letzte Punkt unterstützt den Besucher darin, das Neugelernte mit bereits vorhandenem Vorwissen zu verknüpfen und die Information besser und schneller zu verarbeiten.

Natürlich ist dies keine Universallösung; genauso können andere Textkonzepte zum erwünschten Ziel führen. Die einzelnen Gliederungspunkte können und sollen bei Bedarf mit Fotos oder Skizzen erweitert oder sogar ersetzt werden. Dies dient einerseits der Auflockerung des Erscheinungsbildes und andererseits dem Verständnis, was nun genau gemeint ist. Weiterhin ist es wichtig, jedem Exponat einen Titel zu geben, welcher gegebenenfalls auf den Erklärungstafeln zu lesen ist, um die Zuordnung von Text und Exponat zu erleichtern. Hierzu kann es sinnvoll sein, ein Foto des Exponates auf den Tafeln abzubilden.

Allgemein sollte darauf geachtet werden, die Erklärungen der einzelnen Unterpunkte kurz und prägnant zu formulieren, damit die Besucher nicht gleich die Lust am Lesen verlieren. Natürlich ist die Länge der Beschreibungen von der Komplexität eines Themas abhängig und sollte nicht nur aufgrund der Optik zu kurz ausfallen. Prinzipiell sollte immer die Möglichkeit bestehen, dass sich Besucher noch näher und tiefergehend mit einem Themenbereich beschäftigen können, wenn sie daran Interesse haben. Da dies ja nicht auf jeden zu trifft empfiehlt es sich, noch Zusatzmaterialien anzubieten, welche eine Vertiefung des Stoffes beinhalten und optional genutzt werden können. Dies kann zum Beispiel in einer begleitenden Broschüre oder aber an Vertiefungsterminals geschehen, welche dann in der Nähe des Exponates aufgestellt und ausgeschildert sein müssen. All dies verstärkt das individuelle Lernen in einem Science Center: Jeder kann die Tiefe und das Thema selber bestimmen.

8.2.3 Exponate

Experimente sind allgemein fester Bestandteil der Physik. Schon seit dem 17. Jahrhundert wird ihnen in der Wissenschaft eine große Bedeutung zugeschrieben (Engeln & Euler, 2005). Sie besteht darin, Probleme so zu vereinfachen und zu abstrahieren, dass man sie mit wissenschaftlichen Mittel untersuchen kann. Nach Hopf, Schecker & Wiesner (2011) haben sie im Science Center die Funktion der Unterhaltung. Engeln und Euler (2005) beschreiben die Funktion wie folgt: *„Spielerische Experimente, Versuche mit überraschendem Ausgang und kontraintuitive Phänomene ziehen die Beobachter in den Bann, fesseln ihre Aufmerksamkeit und regen zum Nachdenken an“*. Ein Exponat hat also gleich mehrere Funktionen, von denen eine kleine Auswahl, die für ein Science Center am wichtigsten erscheinen, in folgender Tabelle (**Abb. 28**) enthalten ist:

Wecken von Interesse	Steigerung der Motivation	Förderung von Selbstvertrauen	Fördern des Vertrauens in eigene Fähigkeiten
Einführung in die naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise	Erhöhung der Lerneffektivität durch praktisches Tun und durch multiple Zugänge	Individualisierung des Lernens und Anpassung an das Fähigkeitsprofil	Verbindung von Theorie und Empirie

Abbildung 28: Wichtige Funktionen eines Exponates
gekürzte Tabelle nach Engeln, Euler (2005)

Bei den besuchten Science Centern war zu beobachten: ein ansprechendes Äußeres ist auf jeden Fall von Vorteil. Ansprechend heißt hierbei, dass nicht schon der Anblick des Expona-

tes einen komplizierten Umgang und komplexen Hintergrund verspricht, sondern mit seiner bedienerfreundlichen Ausstattung der Besucher animiert wird, herumzuexperimentieren. Dabei sollte der Besucher das Exponat gleichermaßen ohne Anleitung benutzen können, das Exponat also selbsterklärend und somit sofort für jeden Besucher einsichtig sein, was getan werden muss. Dies ist aber nicht bei jedem Exponat umsetzbar.

Sichergestellt werden muss natürlich die Reliabilität des Vorgangs; wenn das Exponat 50mal am Tag richtig benutzt wird, so sollte auch genauso häufig der gewünschte Effekt zu sehen sein. Nicht funktionierende Exponate entmutigen die Besucher.

Da sich täglich Kinder mit den Exponaten beschäftigen ist es wichtig, dass die Ausstellungsstücke keine Verletzungsgefahr darstellen und leicht zu reparieren sind, sollte es doch mal zu Beschädigungen kommen. Denn durch die vollkommen freie Benutzung durch die Besucher animiert das natürlich, die Grenzen des Exponates auszutesten, was nicht immer ohne Folgen bleibt. Wenn ein Exponat einmal beschädigt wird, sollte es keinerlei oder nur sehr wenige Kleinteile geben, die Kleinkinder eventuell schlucken könnten. Ebenso sind herumfliegende Splitter große Gefahrenquellen und deshalb zu vermeiden.

Die Ansprüche an Exponate zusammengefasst:

- Robust und sicher sein, damit es aggressiver Nutzung standhält.
- Sensibel sein, um auf kleinste Änderungen zu reagieren.
- Schnell, einfach und kostengünstig zu reparieren sein.
- Für Besucher aller Altersgruppen und Körpergröße leicht und gefahrlos zugänglich sein.
- Die arbeitenden Teile sollen so frei und sichtbar wie möglich sein, auch wenn darunter die Optik leidet.
- In jeglicher Reihenfolge verstanden werden können.
- Teil einer Lernkette sein. (vgl. (Hein, 1993))

Zusätzlich gilt, dass *„Experimente eine kognitive Herausforderung darstellen sollen. Andererseits dürfen die Anforderungen die Lernenden nicht durch ihre Komplexität überfordern“* (Pawek, 2009). All diese Punkte sollten am besten gleichzeitig erfüllt sein, was schon darauf schließen lässt, dass es nicht einfach ist, ein Exponat zu erstellen, welches allen Ansprüchen genügt.

Im Voraus muss zusätzlich bedacht werden was für eine Art Exponat sich am besten eignet, das Phänomen darzustellen. Es stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung:

- Soll der gewünschte Effekt allein durch Knopfdruck sichtbar sein, oder

- muss der Besucher sich körperlich anstrengen und kurbeln, um etwas wahrzunehmen, oder
- bedarf es zuallererst einiger Vorüberlegung und eigenständigem Handeln, damit überhaupt etwas geschieht?

Ist dies geklärt, so bleibt noch die Frage offen, wie viele Personen sich am Exponat beteiligen müssen, um die Anleitung korrekt auszuführen. Hier ist darauf zu achten, dass die Besucher größten Teils allein oder in Kleingruppen bis maximal 3 oder 4 Personen durch die Ausstellung gehen und es deshalb weniger sinnvoll ist, viele Exponate aufzustellen, für deren Bedienung eine höhere Anzahl an Beteiligten nötig ist.

8.2.3.1 Konsequenz aus den gewonnenen Erkenntnissen für Exponate

„Die [Besucher] benutzen Experimentierstationen in einer Form, in der man das nie erwartet hat“, kann hier Herr Dr. Ulrich Bosler von der experiMINTa, Frankfurt, zitiert werden. Selbst wenn man noch so gut plant und versucht sich auf alles vorzubereiten, kann es dennoch so kommen, dass die Besucher mit dem Exponat ganz andere Sachen machen als gedacht. Deshalb sollte der Aufbau dementsprechend stabil und leicht verständlich sein, wobei gleichzeitig der äußere Eindruck passen sollte, d.h. eine sinnvolle farbliche Gestaltung ist sicherlich von Vorteil. Der erste Eindruck ist häufig entscheidend, ob sich die Besucher mit einem Exponat beschäftigen oder eben nicht.

Es sollte ebenso möglich sein, verschiedene Ergebnisse beim Beschäftigen mit einem Ausstellungsstück zu erhalten, was nicht heißt, dass alle möglichen Ausgänge sinnvoll sein müssen. So können Kinder beim Satz des Pythagoras durchaus nur lernen, dass man die Scheibe mit der Flüssigkeit drehen kann und dann das gefärbte Wasser sich auf die verschiedenen Quader verteilt. Gerade bei Kindern bis etwa 10 Jahre war dieses Verhalten häufig zu beobachten. Das Exponat muss also sehr flexibel im Umgang sein und sollte eben nicht nur ein fertiges Ergebnis liefern.

Zusammengefasst bedeutet dies für das herzustellende Ausstellungsstück: es sollte widerstandsfähig, optisch ansprechend und einfach gestaltet sein.

Die verwendeten Farben sollten im Sinne der Corporate Identity die des M!ND Centers der Uni Würzburg sein, damit eine einheitliche Gestaltung, gerade auch der zukünftigen Exponate gewährleistet werden kann.

8.3 Darstellung des Satzes des Pythagoras in den besuchten Science Centern

Das Exponat des Pythagoras war, wie schon erwähnt, in nur zwei der besuchten vier Science Center zu finden, da es in den beiden anderen keine Abteilung für Mathematik gab. Sowohl die Erklärung als auch der Aufbau des Exponates war unterschiedlich, was hier kurz verglichen und diskutiert werden soll.

8.3.1 Pythagoras im HAUS DER NATUR, Salzburg



Abbildung 29: Darstellung vom Satz des Pythagoras im HAUS DER NATUR, Salzburg

In Abbildung 29 ist der Aufbau des Exponates dargestellt. Schon auf den ersten Blick fällt auf, dass viel mit Farben gearbeitet wurde. Die Flüssigkeit in den Seitenquadraten ist blau gefärbt, das Dreieck mitsamt der Kreisscheibe, auf welcher sich das Exponat befindet, ist in Weiß gehalten und den „Rahmen“ bildet ein orange leuchtendes Quadrat, welches das Objekt von der Wand abhebt. Bei dem sich in der Mitte der Quadrate befindenden Dreieck sind die Seiten mit a, b, c beschriftet und die Quadrate über den Seiten dementsprechend mit a^2 , b^2 und c^2 gekennzeichnet.

Die Durchführung ist simple: An der weißen Kreisscheibe sind zwei Griffe angebracht, mit welchen die Scheibe nun mit Leichtigkeit bewegt werden kann. Die Flüssigkeiten fließen in die verschiedenen Quadrate und sobald sich entweder c^2 , oder a^2 und b^2 am untersten bzw. obersten Punkt befinden, gibt es eine Einrichtung, sodass die Kreisscheibe in dieser Position verharrt; allerdings nur, wenn man nicht beabsichtigt weiter zu drehen.

Der dazugehörige Text ist, wie im HAUS DER NATUR üblich, viergeteilt und recht kurz gehalten. Es wird erwähnt, dass der Satz des Pythagoras nur in rechtwinkligen Dreiecken gilt und die Beziehung $a^2+b^2=c^2$ angeführt. Bei der Anwendung in Wirtschaft und Technik wird allerdings nur die grundlegende Bedeutung für die Mathematik und Geometrie hervorgehoben, womit er in weiten Bereichen der Technik zu finden ist.

Schön ist der Versuch, das Schulwissen, also die Formel $a^2+b^2=c^2$, mit dem Exponat in Verbindung zu bringen, indem auf (den Katheten- bzw.) dem Hypotenusenquadrat(en) die Beschriftungen aufgedruckt sind. So wird schnell klar, was diese Beschreibung eigentlich bedeutet.

Kritisch zu sehen ist bei dieser Darstellung, dass das rechtwinklige Dreieck nicht deutlich zu erkennen ist. Es sind keine mathematischen Beweise oder wenigstens Ansätze dazu zu finden; Vertiefungsstationen gibt es nicht.

8.3.2 Pythagoras in der experiMINTa, Frankfurt

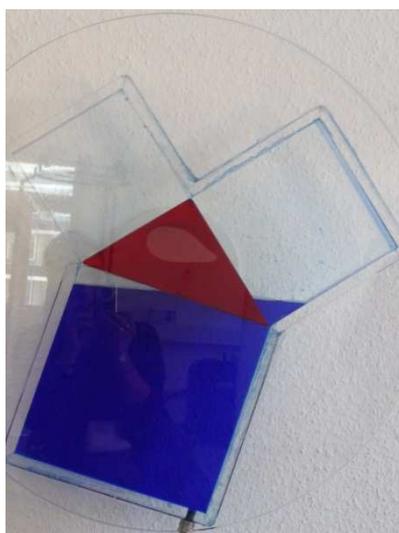


Abbildung 30: Darstellung vom Satz des Pythagoras in der experiMINTa, Frankfurt

Abbildung 30 zeigt die Darstellung in der experiMINTa. Hier sind zwei Farben zu finden: die blaue Flüssigkeit in den Quadraten und das rote Dreieck in der Mitte. Dieses Exponat zeugt von der allgemeinen Haltung dieses Science Centers zur Inneneinrichtung, welche eher schlicht gehalten ist, damit die volle Aufmerksamkeit den Exponaten gilt. Die Quadrate und das Dreieck befinden sich zusammen auf einer Scheibe aus Plexiglas, welche man an der Kante anfassen und drehen kann. Sobald sich die Scheibe in Bewegung setzt, bewegt sich

auch der blaue Inhalt. Eine Positions-halte-Einrichtung gibt es hier nicht. Weder das Dreieck noch die Quadrate sind irgendwie beschriftet; allerdings ist das Dreieck diesmal deutlich gekennzeichnet.

Typisch für die experiMINTa ist die Nutzung multipler Zugangsmöglichkeiten zu einem Thema, weshalb der Satz des Pythagoras nicht nur einmal aufgebaut ist. In direkter Umgebung befinden sich noch zwei weitere Darstellungsmöglichkeiten: einmal über die Flächengleichheit der beiden Kathetenquadrate mit dem Hypotenusenquadrat, welche man durch ein Puzzle erforschen kann und weiterhin über das Gewicht ähnlicher Figuren, deren Grundseite immer der Länge einer Dreiecksseite entspricht. Die beiden Präsentationsformen sind in folgender Abbildung 31 gezeigt:



Abbildung 31: Zugangsmöglichkeit über die Fläche (links) und über das Gewicht ähnlicher Figuren (rechts)

Die Exponaterklärungen zu diesen Experimenten sind, wie für dieses Science Center typisch, auf Quadern angebracht, welche sich in direkter Umgebung befinden. Im Fall der Waage befindet sich der Text allerdings an der Wand und nicht auf einem Quader. Mit der dort vorzufindenden Dreiteilung der Beschreibungen wird auf die Bezeichnungen im rechtwinkligen Dreieck eingegangen; also welche Seite als Kathete bzw. Hypotenuse bezeichnet wird und die Aussage des Satzes „die beiden Kathetenquadrate ergeben zusammen das Quadrat der Hypotenuse“ erläutert. Dabei wird vollkommen auf die sonst so gängige Formel verzichtet. Die Aussage muss selbstständig mit der aus der Schule bekannten Formel in Verbindung gebracht werden, was kognitives Denken voraussetzt. Diese Vorgehensweise hat den großen Vorteil, dass die Grundaussage des Satzes gelehrt wird und nicht der Spezialfall, bei welchem die Dreiecksseite c die Hypotenuse darstellt. Allerdings sind in der Schule nicht nur Aufgaben zu finden, bei denen immer stur in die Formel einzusetzen, sondern erst zu

überlegen ist, welche Seite denn jetzt die Hypotenuse darstellt. Erfahrung mit Nachhilfeschülern zeigt, dass dies den Lernenden meist sehr schwer fällt. Ist die Verknüpfung zwischen der Schulformel und der eigentlichen Aussage des Satzes erst einmal hergestellt, kann man aber sicher sein, die Bedeutung des Satzes verstanden zu haben.

Am Ende ist noch ein kurzer geometrischer Beweis des Satzes angeführt, welcher allerdings nur bei genauerem Hinschauen und längerer Beschäftigung einleuchtet.

8.4 Konsequenz für die eigene Verwirklichung

Besonderes Augenmerk soll auf das rechtwinklige Dreieck in der Mitte des Exponates gelegt werden. Dieses war bei den ausgestellten Exponaten in den beiden Science Centern nicht immer klar zu erkennen, obwohl es doch für den Satz des Pythagoras grundlegend ist. Die Herstellung ähnlich zur Darstellung in der experiMINTa wird wohl leichter umzusetzen sein, da die Form aus einem Stück gebaut wurde, damit die Gefahr des Austretens von Flüssigkeit nicht so groß ist.

Bei der Umsetzung des Exponates muss man sich ebenfalls Gedanken über die verwendeten Materialien machen. So soll das Exponat aus Plexiglas hergestellt werden, damit es nicht so leicht kaputt geht wie Glas, aber dennoch durchsichtig ist, sodass der Besucher nachvollziehen kann, was beim Drehen der Scheibe passiert. Allerdings ist es bei Plexiglas nicht sehr einfach, die zu verbindenden Stellen so zu kleben, dass keinerlei Flüssigkeit in die Zwischenräume kommt und diese bläulich färbt, worunter wiederum die Optik des Exponates leiden würde. Vielleicht wäre die Verwendung von PVC als Grundmaterial eine weitere Möglichkeit. Das, für den Lehrsatz wichtige Dreieck kann einfach mit einer Folie aufgeklebt werden. Alternativ wird nur für diesen Bereich ein rot gefärbtes Material verwendet. Dies würde allerdings einen erhöhten Aufwand bedeuten, da verschiedene Materialien verwendet und verbunden werden müssen, damit sie eine Einheit darstellen.

Nun zur Füllung des Exponates. Es wurden Überlegungen zur Verwendung von Materialien wie feiner Sand oder kleine Kügelchen angestellt. Jedoch besteht bei diesen festeren Stoffen die Gefahr des Verstopfens der für den Übergang gedachten Öffnungen und die Verteilung in den Quadern verläuft nicht ganz reibungslos, sodass möglicherweise eine leichte Rüttelbewegung durchgeführt werden muss um die jeweiligen Volumina ganz zu füllen. Basierend auf diesen Überlegungen wurde die Verwendung einer Flüssigkeit beschlossen. Hier besteht nun explizit die Gefahr des Austretens der Flüssigkeit aus dem Exponat, insofern die Klebe-

stellen nicht ganz korrekt verbunden sind. Dieses Problem kann allerdings durch eine gute Konstruktion minimiert bis ausgeschlossen werden. Als Flüssigkeiten stehen vor allem Öl und Wasser zu Verfügung. Öl hat den Vorteil, dass es gut konserviert lange hält. Der Nachteil hierbei ist jedoch die recht langsame Fließgeschwindigkeit. So wird es für manchen Besucher zu lange dauern bis sich die Flüssigkeit nach dem Drehen der Scheibe auf die einzelnen Quadrate verteilt; er wird sich vielleicht einem anderen Exponat zuwenden und die Aussage des Exponates nicht verstehen. Bei Wasser besteht das Problem der Konservierung. Sind nur vereinzelte Verunreinigungen im verwendeten Wasser vorhanden besteht die Gefahr, dass das Wasser schlecht und trüb wird. Die im Exponat enthaltene Flüssigkeit soll blau gefärbt sein, was mit Hilfe eines Färbemittels umgesetzt werden soll.

Da es doch recht aufwändig gewesen wäre, das Exponat in der Werkstatt der Universität Würzburg herstellen zu lassen, wurde entschieden, es von einer Firma bauen zu lassen. Da das Exponat voraussichtlich nicht mehr rechtzeitig geliefert werden kann, soll nun der Aufbau beschrieben werden, wie er nach den Besichtigungen am sinnvollsten erscheint. Ob dies dann auch der Umsetzung des eigentlichen Exponates entspricht ist unsicher.

8.4.1 Aufbau

Das Exponat an sich ist ganz einfach aufgebaut. Benötigt werden lediglich eine große runde Scheibe aus Plexiglas, Abstandhalter, eine drehbare Halterung und wasserdichte Behälter mit einer farbigen Flüssigkeit.

Mit Hilfe der Halterung wird das Exponat so an der Wand befestigt, dass es ohne Probleme drehbar ist und dennoch sicher verankert. Auf der Rückseite der Plexiglasscheibe befindet sich eine Konstruktion mit den drei passenden Quadern, welche dicht mit der Scheibe verbunden sein müssen, damit später keine Flüssigkeit auslaufen kann. Diese drei quadratischen Körper müssen an den sich berührenden Ecken eine kleine Öffnung besitzen damit die Flüssigkeit sich in allen drei Quadern frei bewegen kann. Die Flüssigkeit muss entweder das große Quadrat über der Hypotenuse, oder aber die beiden kleineren Kathetenquadrate vollständig ausfüllen. Von vorne betrachtet sind nun die drei Quader mit Flüssigkeit und das Dreieck in deren Zentrum zu sehen. Farblich sollte sich die Flüssigkeit vom Dreieck unterscheiden: das Dreieck soll rot, die Flüssigkeit blau gefärbt sein; Rot, damit das Dreieck auffällt und Blau, da dies eine der Farben des M!ND Centers darstellt.

Gedreht werden kann das Exponat, indem es an der vorderen Plexiglasscheibe angefasst und in Bewegung gesetzt wird. Dazu muss beachtet werden, dass die Kanten der Scheibe gut abgeschleift wurden und keine Verletzungsgefahr darstellen.

8.4.2 Erklärungs- und Hintergrundwissenstext

Da der Satz des Pythagoras Schulstoff ist und sich das M!ND Center hauptsächlich auf Schulklassen spezialisiert, soll das Exponat auf eine schülerfreundliche Art und Weise beschrieben werden.

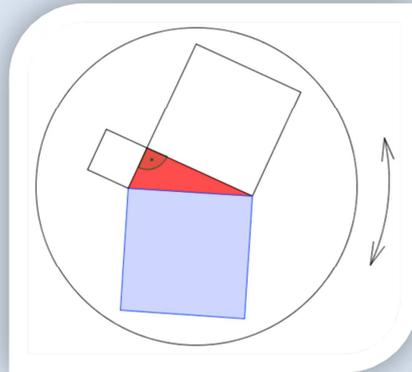
In der Ausstellung alleine wird der Erklärungstext vorhanden sein, um den Besucher den Umgang und die Erklärung zu erleichtern. Entweder wird der Hintergrundwissenstext dauerhaft in der Nähe des Exponates verwahrt, sodass man ihn bei Interesse zu Rate ziehen kann. Alternativ wird er nur bei Besuchen von Schulklassen dem Exponat hinzugefügt.

Beide Texte sollten aufgrund der besseren Stabilität und Haltbarkeit laminiert sein.

8.4.2.1 Erklärungstext

SATZ DES PYTHAGORAS

Was ist zu tun?



Was passiert?

Wenn sich das große Quadrat unten befindet, so ist es vollkommen mit Flüssigkeit gefüllt; die beiden kleineren Quadrate sind hingegen leer. Dreht man die Anordnung nun um 180° sodass die beiden kleinen Quadrate unten sind, werden diese von der Flüssigkeit ausgefüllt und das große Quadrat ist leer.

Warum ist das so?

Dieses Exponat ist eine Veranschaulichung vom Satz des Pythagoras welcher besagt, dass in einem rechtwinkligen Dreieck die Fläche der beiden Kathetenquadrate genau der Fläche des Hypotenusenquadrates entspricht.

Wo wird das angewandt?

Der Lehrsatz des Pythagoras ist einer der fundamentalen Sätze der euklidischen Geometrie und findet mehrfache Anwendung in Bereichen der Mathematik und der Physik.

8.4.2.2 Hintergrundwissenstext

Geschichte

Pythagoras ist einer der sagenumwobensten Männer in der Geschichte berühmter Naturwissenschaftler. Da von ihm keine schriftlichen Aufzeichnungen überliefert wurden, kann vieles über sein Leben nur vermutet werden. So geht man davon aus, dass er etwa um 570 vor Christus auf der kleinen griechischen Insel Samos geboren wurde (Hoehn & Huber, 2005). Zu seinen Lebzeiten wurden sowohl in naturwissenschaftlichen, als auch in künstlerischen und bildenden Künsten viele Entdeckungen gemacht. Nach einigen Bildungsreisen nach Ägypten und Babylonien entschied Pythagoras sich, nach Kroton in Süditalien umzusiedeln, wo er schon bald eine Schule gründete. In dieser „Schule der Pythagoreer“ lehrte er gekonnt und mit viel Charisma ein großes Publikum. Neben begeisterten Anhängern hatte er ebenso erbitterte Widersacher. Schwerpunkt seiner Lehre war die „Harmonie“ als Gleichklang des ganzen Universums. Gestorben ist er vermutlich um 509 vor Christus.

Heute kann allerdings davon ausgegangen werden, dass der nach ihm benannte Satz nicht von Pythagoras selbst entdeckt wurde (Hoehn & Huber, 2005). Schon tausend Jahre früher fand der Satz Anwendung im fernen Babylonien. Warum er dennoch nach ihm benannt wurde ist ungewiss; möglicherweise hat Pythagoras dazu beigetragen, einen Beweis dieses Satzes zu finden.

Anwendung findet der Satz des Pythagoras noch heute fast überall wo rechtwinklige Dreiecke vorhanden sind. Dies kann bei der Konstruktion von rechten Winkeln beim Hausbau, der Berechnung von kürzesten Abständen mithilfe eines Dreiecks oder der Berechnung von Kräften bei der schiefen Ebene sein. Eine euklidische Geometrie ohne den Satz des Pythagoras wäre heutzutage nicht mehr vorstellbar.

Beweis:

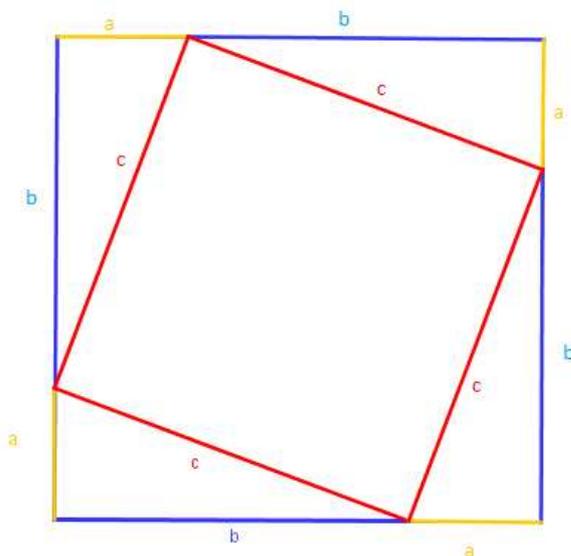
Beweise zum Satz des Pythagoras gibt es viele. Er kann

- durch Umschütten von Flüssigkeit wie im Exponat,
- durch Zerlegung,
- durch Ergänzung,
- durch Parkettierung oder
- auf arithmetische Weise veranschaulicht werden (Benesch, 2008).

Hier soll nun der arithmetische Beweis vorgeführt werden.

Zuerst noch die Klärung einiger grundlegender Begriffe. Rechtwinklig bedeutet, dass das Dreieck einen 90° Winkel besitzt. Diesem Winkel gegenüber liegt die längste Seite des

Dreiecks, die Hypotenuse. Die beiden anderen, kürzeren Dreiecksseiten werden mit Katheten bezeichnet.



Nebenstehendes großes Quadrat hat die Seitenlänge $(a + b)$. Betrachtet man es genauer, so fällt auf, dass man es aber auch in ein kleineres Quadrat mit Seitenlänge c und vier kongruente Dreiecke mit Seiten a , b und c unterteilen kann.

Der Flächeninhalt eines Quadrates lässt sich einfach berechnen:

$$\text{Flächeninhalt}_{(\text{Quadrat})} = (\text{Seitenlänge})^2$$

Mit der Seitenlänge $(a + b)$ gilt für den Flächeninhalt des großes Quadrates:

$$\text{Flächeninhalt}_{(\text{großes Quadrat})} = (a + b)^2$$

Oder aber: $\text{Flächeninhalt}_{(\text{großes Quadrat})} = \text{Flächeninhalt}_{(\text{kleines Quadrat})} + 4 \cdot \text{Flächeninhalt}_{(\text{Dreieck})}$

$$\rightarrow \text{Flächeninhalt}_{(\text{großes Quadrat})} = c^2 + 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot a \cdot b = c^2 + 2ab$$

Da die beiden Flächeninhalte gleich sein müssen kann man sie gleichsetzen und erhält:

$$(a + b)^2 = c^2 + 2ab$$

Mit Hilfe der binomischen Formel führt das auf

$$a^2 + 2ab + b^2 = c^2 + 2ab$$

$$\text{oder: } \underline{a^2 + b^2 = c^2},$$

was der Aussage des Satzes von Pythagoras entspricht.

8.4.3 Begründung für die Konzeption der beiden Texte

Der Erklärungstext wurde in vier Unterpunkte und eine große Überschrift gegliedert, aus Gründen die schon in Kapitel 9.2.2 genannt wurden. Hierbei wurde der erste Punkt durch eine Skizze ersetzt, da die Handhabung des Exponates nicht sehr schwer und selbst ohne Worte leicht verständlich ist. Außerdem erscheint so die Texttafel weniger voll und damit übersichtlicher. Durch den Pfeil rechts in der Skizze wird deutlich, dass die Scheibe sowohl nach rechts als auch nach links drehbar ist.

Die weiteren Punkte erläutern knapp, was passieren sollte wenn das Exponat gedreht wird, warum das so ist und wo dies von Nutzen sein kann.

Als Hintergrundfarbe wurde blau ausgewählt, da so der Text leichter ins Auge fällt und nicht so leicht zu übersehen ist wie schwarze Schrift auf weißem Papier auf weißer Wand. Durch die helle Farbe wird wieder Farbe ins Spiel gebracht, die unumgänglich für die Gemütlichkeit ist. Die Farbe Blau wurde wieder auf Grund der Farben des M!ND Centers ausgewählt.

Der Hintergrundwissenstext beginnt mit einem kurzen Abriss der Geschichte und dem Leben von Pythagoras, damit auch etwas nichtmathematisches Hintergrundwissen erworben werden kann. Genannt werden weiterhin einige Anwendungsbereiche des Satzes in der Mathematik und der Physik, um zu zeigen, wie wichtig der Satz ist und wo er im Alltag angewendet wird. Außerdem wird noch kurz auf verschiedene Beweismethoden hingewiesen und ein anschaulicher Beweise durchgeführt, den schon Schüler der Mittelstufe nachvollziehen können sollten.

9 Kritische Reflexion

Im Nachhinein gibt es einige Punkte die man hätte besser machen können, um ein aussagekräftigeres Ergebnis zu bekommen. Aufgrund der zeitlichen Begrenzung und der mangelnden Erfahrung konnte dies aber nicht umgesetzt werden. Im Folgenden nun Vorschläge, was bei einer nächsten Durchführung verbessert werden könnte.

Um eine aussagekräftigere Statistik zu erhalten ist es nötig, bei den Befragungen mehr Teilnehmer zu erreichen und somit allgemein eine größere Stichprobe zu erhalten. Dies könnte man verwirklichen, indem mehr Besucher in den einzelnen Science Centern befragt werden. Um die erhaltenen Werte der einzelnen Science Center besser vergleichen zu können, wäre es sinnvoll, überall gleich viele Fragebögen an die Besucher auszugeben und die Befragungen in weiteren Einrichtungen durchzuführen, damit ein breiteres Spektrum erlangt wird.

Für genauere Ergebnisse bei den Fragebögen müssten die verwendeten Fragen detaillierter und die Antwortmöglichkeiten ausführlicher und umfangreicher sein. Dies würde allerdings einen erheblich größeren Zeitaufwand für die Besucher bedeuten, welche schon keine große Lust aufbrachten, einen relativ kurzen Fragebogen auszufüllen.

Um zu erfassen, welcher Altersstufe die Besucher von Science Centern angehören, müsste das Alter aller Besucher berücksichtigt werden. In dieser Arbeit wurde eher versucht, Besucher aller Altersklassen zu befragen, damit die Aussage der Umfragen allgemein aussagekräftiger wird und nicht von einer Altersstufe dominiert wird.

Des Weiteren wurden die Fragebögen nur am Wochenende ausgeteilt, wodurch natürlich nicht alle „Besuchertypen“ erfasst werden konnten. Unter der Woche sind normalerweise eher Schulklassen oder Gruppen anzutreffen, die nochmals andere Ansprüche an den Science Center-Besuch stellen.

Bei Interviews sollte gleich das Diktiergerät eingesetzt werden und die Durchführung von mehreren Personen bewältigt werden. Eine größere Anzahl von Interviews ermöglicht eine objektivere Auswertung.

Ob die Besucher tatsächlich etwas gelernt haben, konnte nicht geprüft werden, da dies am besten in Form eines weiteren Fragebogens geschehen müsste. Dieser müsste jedoch den Gütekriterien Validität, Objektivität und Reliabilität genügen und bei der Erstellung viel Zeit beanspruchen. Eingesetzt werden müsste dieser Fragebogen sowohl vor als auch nach dem Besuch, was einen größeren Zeitaufwand für die Besucher bedeutet. Für diese Arbeit war *das Gefühl etwas gelernt zu haben* wichtiger, weshalb nicht weiter nachgebohrt wurde, was nun konkret verstanden wurde.

Prinzipiell kann gesagt werden, dass ein Tag für den Science Center-Besuch, die Besucherbeobachtungen und die Befragungen per Fragebogen und Interview zu kurz bemessen ist und alles zusammen viel mehr Zeit in Anspruch nimmt. Da allerdings der zeitliche Rahmen für diese Arbeit begrenzt ist, war es leider nicht möglich, noch mehr Zeit für die Durchführungen einzuplanen.

Die Frage: „Hängt es vom Textkonzept ab, ob der Text gelesen wird?“ konnte nicht beantwortet werden. Hierzu wäre es nötig, den gleichen Versuch einmal mit einem ausführlichen und untergliederten Text, ein anderes Mal mit einem kurzen unsortierten Begleittext oder mit Mischformen zu versehen und hier die Besucher über einen längeren Zeitraum zu beobachten und zu befragen. In einem Science Center ist dies kaum möglich, da das Textkonzept und der Aufbau der Erklärtexpte einheitlich gestaltet und nicht einfach austauschbar ist. Weiterhin können die verschiedenen Einrichtungen mit unterschiedlichen Textkonzepten nicht gut verglichen werden, da die Darstellung immer ein wenig variiert. Eventuell wäre es möglich, im M!ND Center ein Experiment aufzubauen und dieses mit mehreren Textvarianten zu versehen. Die Besucher sollen dann entscheiden, welches Konzept ihnen besser gefällt und erläutern, warum dies der Fall ist. Interessant wäre überdies, dieses Vorgehen bei verschiedenen Exponaten anzuwenden um zu sehen, ob bei unterschiedlichen Versuchen verschiedene Textkonzepte präferiert werden. Hängt die Wahl des passenden Textes vielleicht sogar von der Komplexität des Experimentes ab?

Eine solche Befragung würde wieder viel Zeit in Anspruch nehmen, damit viele Besucher über einen längeren Zeitraum befragt werden können und würde sich als mögliches Thema für das zweite Staatsexamen anbieten.

10 Danksagung

Zuallererst möchte ich mich bei meinen Betreuern, Prof. Thomas Trefzger und Markus Elsholz, dafür bedanken, dass es überhaupt möglich war, über mein Wunschthema eine Hausarbeit zu schreiben.

Prof. Thomas Trefzger stand jederzeit für Fragen zur Verfügung und interessierte sich immer für meine Fortschritte. Vielen Dank für Ihre Unterstützung und Ihre Ausdauer bei der Beantwortung meiner Mails vor allem bei formalen Unklarheiten.

Danke Markus, für die vielen Stunden, die wir damit verbracht haben, das Thema einzugrenzen, zu überarbeiten und Unklarheiten zu beseitigen. Du hattest jederzeit ein offenes Ohr für meine Probleme und halfst mir sehr mit deinen Kontakten.

Zu erwähnen ist weiterhin der Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik der Universität Würzburg, der mir ein Arbeitszimmer zur Verfügung stellte.

Nicht zu vergessen meine liebe Schafkopfrunde bestehend aus Christoph Stolzenberger, Markus Sauer, Wolfgang Lutz und Stefan Saftenberger, welche mir mit regelmäßigen Spielstunden den Uni-Arbeitsalltag in der vorlesungsfreien Zeit versüßten und als Leidensgenossen immer Verständnis hatten. Vielen Dank euch allen!

Danke an alle, die beim Ausflug in die experiMINTa dabei waren und mich dort unterstützt haben. Danke Markus Elsholz, Prof. Thomas Wilhelm, Tina Stripp, Franziska Scheuermann, Markus Sauer, Christina Kuhn, Sabrina Keith, Ines Ottohal mit Freund und Fabian Kuger.

Mein Dank geht ebenfalls an die einzelnen Science Center, dafür, dass ich in ihren Einrichtungen Befragungen durchführen durfte und mir freundliche Unterstützung in Form von Infomaterial oder Gesprächspartnern angeboten wurde. Zu nennen wären hier insbesondere: Alexandra Lang (WELIOS), Dr. Karl Forcher (HAUS DER NATUR), Dr. Ulrich Bosler (experiMINTa), sowie Elke Rothfuß und Dr. Wolfgang Hansch (beide EXPERIMENTA).

Danke an weitere Science Center, welche mir Unterstützung zusagten und denen ich leider keinen Besuch abstatten konnte. Danke an Dr. Christof Börner (PHAENO, Wolfsburg), Prof. Albrecht Beutelspacher (MATHEMATIKUM, Gießen) und Stief (EXPLORA, Frankfurt) für den regen E-Mail-Kontakt.

Danke auch an Christoph Stolzenberger, welcher mich bei Fragen über wissenschaftliches Arbeiten hilfreich unterstützte, Literaturtipps gab und jederzeit für Späße zu haben war; selbst wenn ich bei manchen Kommentaren nur *Rot* sah. Aber nur so kann man aus Fehlern lernen. ☺

Zu guter Letzt, dafür aber nicht weniger wichtig: Danke an meine ganze Familie. Für die immerwährende Unterstützung. Sei es bei den anstrengenden, aber sehr interessanten, Besuchen der verschiedenen Science Center, beim Erstellen der Frage- und Interviewbögen oder endlosem Korrekturlesen. Ihr habt alle zusammen viel Durchhaltevermögen bewiesen und mich jederzeit wieder neu motiviert und aufgebaut, wenn es mal nicht so lief wie ich es mir gewünscht habe. Endlich habt ihr es geschafft und ich werde euch nicht weiter nerven...

11 Literaturverzeichnis

- B, S. (2000). Does cueing visitors increase the time they spend in a museum exhibition? *Visitor Studies Today*, 108-125.
- Benesch, T. (2008). *Mathematik im Alltag*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH.
- Bosler, U. (4. Februar 2012). Dr. (G. Kubacki, Interviewer)
- Engeln, K., & Euler, M. (2. Februar 2005). *Physikunterricht modernisieren - Erfahrungen aus Kooperationsprojekten zwischen Schule und Wissenschaft*. Kiel: IPN (Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften).
- Falk, J., & Dierking, L. (2002). *Lessons Without Limits. How Free-Choice Learning is Transforming Education*. Walnut Creek: AltaMira Press.
- Guderian, P. (2. November 2006). Dipl.-Phys. *Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte - Der Einfluss mehrmaliger Besuche eines Schülerlabors auf die Entwicklung des Interesses an Physik*. Humboldt-Universität zu Berlin.
- Hein, H. (1993). *Naturwissenschaft - Kunst und Wahrnehmung*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Hoehn, A., & Huber, M. (2005). *Pythagoras - Erinnern Sie sich?* Zürich: Orell Füssli Verlag AG.
- Hopf, M., Schecker, H., & Wiesner, H. (2011). *Physikdidaktik kompakt*. Hallbergmoos: Aulis Verlag.
- Krathwohl, D., Bloom, B., & Masia, B. (1978). *Taxonomie von Lernzielen im affektiven Bereich*. Beltz, Weinheim.
- Lessing, H.-E. (2006). *Naturschön - Phänomene im Technorama*. Winterthur: Verlag Huber.
- Pawek, C. (12. Mai 2009). *Schülerlabore als interessefördernde außerschulische Lernumgebung für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe*. Kiel.
- Reinders, H., Ditton, H., & Gräsel, C. (2011). *Empirische Bildungsforschung - Gegenstandsbereiche*. (B. Gniewosz, Hrsg.) Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften | Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2011.

- Reinders, H., Ditton, H., & Gräsel, C. (2011). *Empirische Bildungsforschung - Strukturen und Methoden*. (B. Gniewosz, Hrsg.) Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften | Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2011.
- Reinhardt, U. (2005). *Edutainment - Bildung macht Spaß*. Münster: LIT Verlag.
- Rothfuß, E. (25. Februar 2012). (G. Kubacki, Interviewer)
- Schaper-Rinkel, P., Giesecke, S., & Bieber, D. (2001). Science Center - Studie im Auftrag des BMBF. *(zweite, durchgesehene Fassung vom August 2002)*. (VDI/VDE-Technologiezentrum, Hrsg.) Teltow.
- Shortland, M. (1987). No business like show business. In *Nature, Band 328* (S. S. 213–214).
- Thoma, G.-B. (13. November 2009). *Was lernen Besucherinnen und Besucher im Museum?: Eine Untersuchung von Lerngelegenheiten einer Museumsausstellung und ihrer Nutzung*. Kiel.

12 Anhang

12.1 Beobachtungsbogen

Science Center:

1. Fachausrichtung:

2. Räumlichkeiten

a. Von außen:

b. Von innen (großer Raum?, Farben?):

3. Aufbau:

4. Zielgruppe:

5. Konzept:

6. Exponate und ihre Texterklärung

7. Exponat 1:

a. Aufbau:

b. Ausführlichkeit (Betreuer?):

c. Verständlichkeit:

d. Fachliche Richtigkeit:

8. Exponat 2:

a. Aufbau:

b. Ausführlichkeit (Betreuer?):

c. Verständlichkeit:

d. Fachliche Richtigkeit:

9. Exponat 3:

a. Aufbau:

b. Ausführlichkeit (Betreuer?):

c. Verständlichkeit:

d. Fachliche Richtigkeit:

10. Wie gehen Besucher an die Exponate heran und wie lange beschäftigen sich Besucher mit dem Exponat?

11. Gibt es Exponate, die besonders beliebt sind?

12. Gibt es Exponate/Bereiche, die gemieden werden?

13. Gibt es etwas Besonderes in diesem Science Center? Was zeichnet dieses SC aus?

Anmerkungen:

12.2 Interviewleitfaden

12.2.1 Leitfaden vor der Überarbeitung

Exponat:

1. Warum beschäftigen Sie sich gerade mit diesem Exponat?
 - Es ist halt an der Reihe / gerade frei
 - Anspruchsvolles Äußeres
 - Thema interessiert mich
 - _____

2. Haben Sie den Text dazu gelesen?
 - Ja, vollständig
 - Vor dem Beschäftigen mit dem Exponat
 - Nach dem Beschäftigen mit dem Exponat
 - Teilweise
 - Zur Anleitung (vorher)
 - Zum inhaltlichen Verständnis (zwischen/ nachher)
 - Nein, überhaupt nicht, weil _____

3. War die
 - Anleitung verständlich formuliert
 - Ja
 - Nein
 - Wissenschaftliche Erklärung verständlich formuliert?
 - Ja
 - Nein
4. Hätten Sie sich den Text noch ausführlicher gewünscht?
 - Ja
 - Nein
5. Glauben Sie, dass Sie die Aussage des Exponats verstanden haben?
 - Ja
 - Nein, weil _____

6. Ohne auf den Inhalt einzugehen: Spricht Sie der äußere Gesamteindruck des Exponats an?
 - Ja
 - Nein, weil _____

12.2.2 Leitfaden nach der Überarbeitung

Exponat: _____

1. *Warum* beschäftigen Sie sich gerade mit *diesem* Exponat?
2. Haben Sie den Text dazu gelesen? (wenn nein, warum?)
3. Haben Sie den Text vollständig gelesen?
4. Wann haben Sie den Text gelesen?
5. Haben Sie die Anleitung gelesen, um zu erfahren, was hier zu tun ist? Und: war das verständlich formuliert?
6. Haben Sie die Erklärung des Phänomens gelesen? Und: war diese verständlich formuliert?
7. Gibt es an dem Text ihrer Meinung nach irgendwas zu verbessern? (wenn ja, was?)
8. Glauben Sie, dass Sie das Phänomen verstanden haben?
9. Können Sie kurz wiedergeben, was hier passiert?
10. Ohne auf den Inhalt einzugehen: Spricht Sie der äußere *Gesamteindruck* des Exponats an?
 - o Ja, und zwar:
 - o Nein, warum

12.3 Fragebogen für die Besucher

Allgemeines:

1. Sind sie
 - alleine,
 - mit Familie,
 - als Lehrer/in mit einer Schulklasse,
 - mit Freunden/Kollegen/PartnerIn hier?
 - _____?

2. Wie alt sind Sie?
 - bis 15 Jahre
 - 16-30 Jahre
 - 31-45 Jahre
 - 46-60 Jahre
 - über 60 Jahre

3. Warum haben Sie sich entschieden dieses Science Center zu besuchen?
 - Ich bin sowieso in der Gegend und suchte ein ansprechendes Freizeitangebot.
 - Ich wollte genau dieses Science Center besuchen.
 - Die Möglichkeit, in einem „Museum“ selbst experimentieren zu können hat mich überzeugt dieses Science Center zu besuchen.
 - Es gibt hier einen speziellen Themenbereich, welcher für mich ganz besonders interessant ist.
 - _____

4. Was erwarten Sie von Ihrem Besuch?
 - Gute Unterhaltung.
 - Wissen zu vertiefen.
 - Naturwissenschaft mal anders/neu zu erleben.
 - Erklärungen zu alltäglichen Phänomenen zu finden.
 - _____

5. Wie viel Zeit haben Sie für den Besuch eingerechnet?
 - bis 2 Stunden
 - 2-4 Stunden
 - 4-6 Stunden
 - mehr als 6 Stunden

6. Waren Sie schon mal hier?
 - Ja, und zwar ____ Mal
 - Nein.

Nach der Besichtigung

7. Wie lange waren Sie in der Ausstellung?
- 0-2 Stunden
 - 2-4 Stunden
 - 4-6 Stunden
 - mehr als 6 Stunden?
8. Welchen Anteil an Exponaten haben Sie in dieser Zeit angeschaut/ausprobiert?
- weniger als ein $\frac{1}{4}$
 - $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$
 - zwischen $\frac{1}{2}$ und $\frac{3}{4}$
 - mehr als $\frac{3}{4}$
9. Gab es ein Exponat, welches Sie besonders verblüffend/faszinierend fanden?
- Nein.
 - Ja. *(Bitte erklären Sie kurz, um was es dabei geht und warum Sie das Exponat fasziniert hat.)*
- _____
- _____
- _____
10. Haben Sie heute eine Erklärung für ein Phänomen gefunden, welches Sie schon immer verstehen wollten?
- Nein.
 - Ja, und zwar
- _____
- _____
11. Haben Sie das Gefühl heute etwas gelernt zu haben?
- Ja.
 - Nein.
12. Hat Ihnen der Besuch Spaß gemacht?
- Ja.
 - Nein.
13. Haben Sie ein Thema vermisst, das Ihrer Meinung nach behandelt werden sollte?
- Nein.
 - Ja, und zwar
- _____
- _____
14. Würden Sie den Besuch dieses Science Centers weiterempfehlen?
- Nein, weil
- _____
- _____
- Ja, weil
- _____
- _____

15. Sollten Schulklassen öfter solche außerschulischen Bildungseinrichtungen besuchen?

- Nein, weil

- Ja, weil

16. Noch ein paar allgemeine Eindrücke zu diesem Science Center.

Themengebiete

Sehr übersichtlich
strukturiert

Sehr unübersichtlich,
bunt zusammen gewür-
felt

Exponate-Auswahl

Konzentration aufs
Wesentliche

Zu viel, zu überfrachtet

Arbeitsatmosphäre

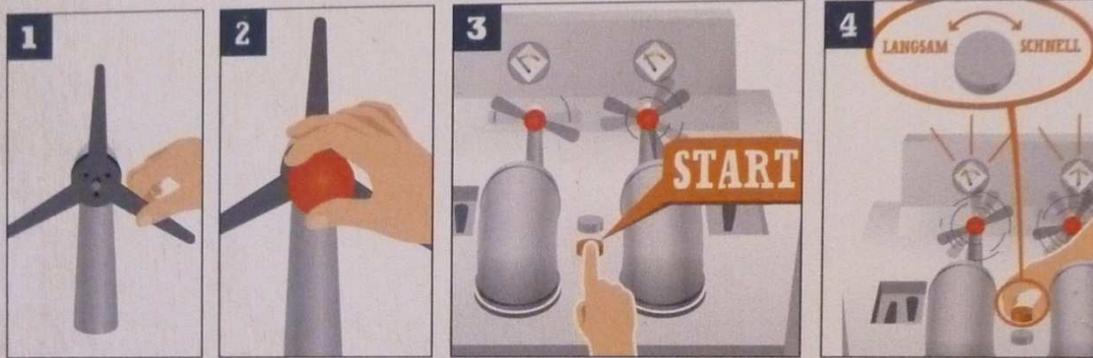
Angenehm, konnte mich gut
konzentrieren

Zu eng, zu laut

12.4 Beispiele für einen Exponattext aus den verschiedenen Science Centern nochmals vergrößert

12.4.1 EXPERIMENTA, Heilbronn

ROTORTYPEN



1 **2** **3** **4** LANGSAM SCHNELL

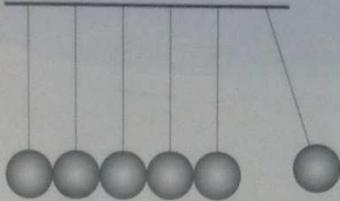
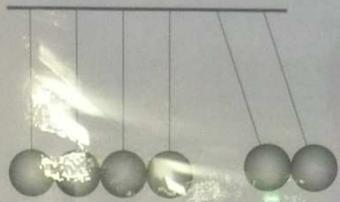
START

WIE MACHE ICH AM BESTEN AUS WIND STROM?

Moderne Windkraftanlagen dienen einem Zweck: der Stromerzeugung! Die Rotore treiben einen Generator an, der sich oben in der Gondel der Anlage befindet. Windkraftanlagen stehen dort, wo der Wind im Jahresverlauf konstant stark weht. Die Windnutzung verbessert sich mit einem hohen Turm, da die Windgeschwindigkeit mit der Höhe zunimmt. Verdoppelt sich die Windgeschwindigkeit, so verachtfacht sich der Energiegewinn! Bei einem hohen Turm können auch große Rotorblätter dem Wind mehr Energie entziehen. Um die enormen Belastungen zu reduzieren, haben sich dreiblättrige Rotoren bewährt.



12.4.2 ExperiMINTa, Frankfurt

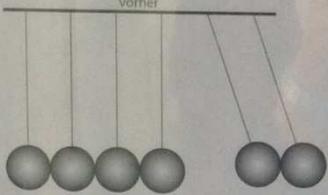
Kugelstoßpendel (Klick-Klack)

Was kann man tun?

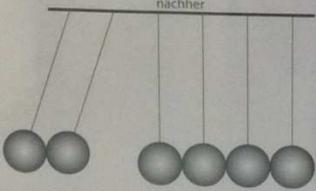
- (1) Hebe die am weitesten rechts hängende Kugel nach rechts an und lasse sie gegen die ruhenden Kugeln zurückfallen.
- (2) Führe den gleichen Versuch mit zwei Kugeln durch: Rechts die beiden äußeren Kugeln wie oben anheben und gleichzeitig gegen die ruhenden anderen Kugeln fallen lassen.
- (3) Erfinde weitere eigene Anfangssituationen und beobachte, wie sich das Kugelspiel verhält. Es können z.B. auch von beiden Seiten Kugeln fallen gelassen werden.



vorher



nachher



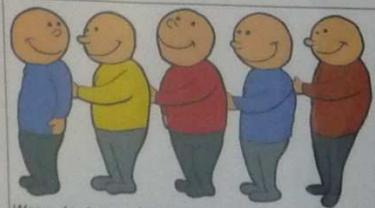
Kugelstoßpendel (Klick-Klack)

Was sollte geschehen?

Im Versuch (1) hebt die am weitesten links hängende Kugel ab – und nur diese.

Nach dem Aufprall der beiden Kugeln von rechts im Versuch (2) heben die äußeren beiden Kugeln links ab.





Wenn der Letzte den Vordermann stößt, dann wird sich der Stoß durch die ganze Reihe fortsetzen. Jeder kann sich beim Stoßen aber auch an seinem Vordermann abbremsen, sodass keiner nach vorne fällt – bis auf den Ersten in der Reihe: Er hat niemanden, gegen den er stoßen kann. Er fällt nach vorn.

Kugelstoßpendel (Klick-Klack)

Warum ist das so?

In Versuch (1) setzt sich der Stoß der ersten Kugel durch die ganze Kugelreihe fort. Der Stoß gegen die zweite Kugel bewirkt, dass kurz darauf diese die dritte Kugel anstößt usw. bis zur letzten Kugel. Das Stoßen gegen eine Kugel bewirkt aber, dass die stoßende Kugel abgebremst wird. Darum bewegen sich alle Kugeln nach dem Stoß nicht mehr – bis auf die letzte, denn die hat keine Kugel, die sie anstoßen kann und von der sie gebremst werden kann. Deshalb fliegt die letzte Kugel weg.

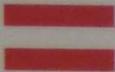
Dieser Versuch funktioniert in dieser Art nur, wenn unsere Stahlkugeln gleich schwer sind und wenn sie elastisch sind). Unelastische Kugeln (z.B. Wackkugeln) geben den Stoß nicht restlos an die nächste Kugel weiter.



12.4.3 HAUS DER NATUR, Salzburg

Wärmebild

Heat Image



Was ist zu tun:

Stelle dich so auf, dass dein Wärmebild auf der Projektionsfläche erscheint.
Beobachte die verschiedenen Farbbereiche.
Versuche dasselbe nach körperlicher Betätigung, wie z.B. Rudern oder Reaktionstest.
Decke dein Gesicht mit den Masken ab.



Was passiert:

Die Wärmebildkamera zeigt warme Bereiche rot und kühle blau an. Bedeckte Körperbereiche werden kühler angezeigt als unbedeckte.



Erklärung:

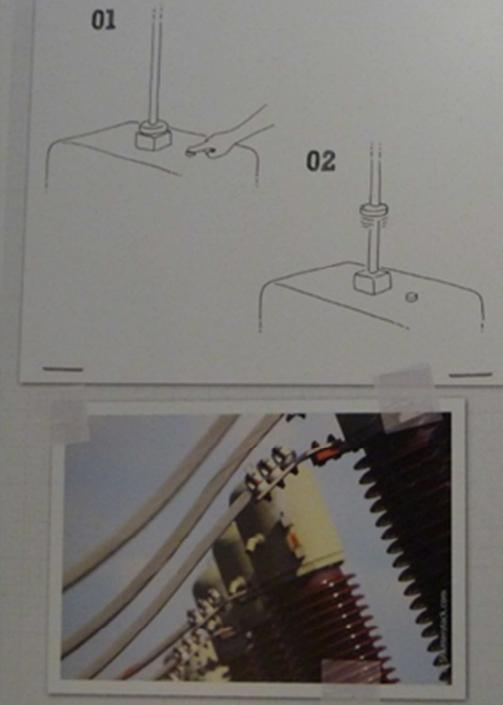
Die Wärmebildkamera misst die abgestrahlte Temperatur. Bei körperlicher Anstrengung steigt die Körpertemperatur, insbesondere in der arbeitenden Muskulatur. Dementsprechend viel Wärme wird abgestrahlt. Kleidung isoliert und lässt daher weniger Wärme abstrahlen.



Anwendung in Wirtschaft und Technik:

Wärmebildaufnahmen werden bei Bauten eingesetzt, um besonders schlecht isolierte Bereiche zu finden. Ebenso werden mit Hilfe dieser Technik defekte Stellen bei im Gemäuer verborgenen Wasserleitungen oder Heizungen geortet. Die Wärmeabstrahlung des menschlichen Körpers wird bei der Vermisstensuche vom Hubschrauber oder vom Boden aus mit Wärmebildkameras erfasst. Illegale Grenzübergänger oder Personen, die sich einem besonders geschützten Objekt nähern, können mit dieser Technik auch bei völliger Dunkelheit genau beobachtet werden.

12.4.4 WELIOS, Wels



The image shows a two-page spread from a technical manual. The left page contains two diagrams labeled '01' and '02' showing a hand placing a ring on a coil. Below the diagrams is a photograph of a high-voltage transformer with a ring being repelled. The right page has a title 'Springender Ring' and explanatory text.

Springender Ring

Magische Kräfte?

Nein, keine magischen Kräfte lassen den Ring springen, sondern es ist ein magnetisches Ereignis.

Dazu musst du wissen woraus ein Trafo besteht und wie er wirkt. Die festliegende Spule aus Kupfer ist die Primärspule. Sie wird von Wechselstrom durchflossen und bildet ein magnetisches Feld aus, dessen Pole ständig wechseln. Dadurch wird im lose aufliegenden Aluminiumring ebenfalls eine Wechselspannung erzeugt. Der entstehende Strom ist immer entgegengesetzt zum Strom in der Primärspule gerichtet. Um zwei Leiter, die von entgegengesetzt gerichteten Strömen durchflossen werden, bilden sich Magnetfelder so aus, dass jeweils gleichnamige Pole gegenüber liegen. Der Aluminiumring wird daher abgestoßen.

Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die Arbeit in allen Teilen selbstständig gefertigt und keine anderen als die in der Arbeit angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Die Zeichnungen, Tabellen, Kartenskizzen und bildlichen Darstellungen habe ich - wenn nicht anders angegeben - selbst gefertigt.

Würzburg, den _____