



PHÄNOMENTA e.V.
Norderstrasse 157-161
D 24939 Flensburg

science@phaenomena.com
www.phaenomena.com

Schriftenreihe zum interaktiven Lernen

Michael Kiupel

Natur und Technik erleben und begreifen: PHÄNOMENTA

Michael Kiupel

Natur und Technik erleben und begreifen: PHÄNOMENTA

Vor 15 Jahren begannen in der Universität Flensburg die ersten Arbeiten an einfachen interaktiven Stationen, vor 10 Jahren wurde der Verein Phänomenta e.V. gegründet, Träger der seit 5 Jahren in eigenen Gebäuden untergebrachten Ausstellung PHÄNOMENTA.

1985

Untersuchungen zeigen und zeigten, dass Unterricht in naturwissenschaftlichen Fächern wenig beliebt und dazu noch wenig erfolgreich war und ist (s. z.B. [1] und [2]). Dem entgegen standen die Erfolge amerikanischer Science-Zentren, wie z.B. des EXPLORATORIUMs in San Francisco oder der in Zürich aufgebauten PHÄNOMENA [2]. Gerade hier konnte man Menschen beobachten, die sich mit außerordentlich viel Freude unmittelbar handelnd mit naturwissenschaftlich-technischen Fragestellungen auseinander setzten.

Nicht um Physikunterricht zu ersetzen, sondern um Menschen einen anderen, ungewöhnlichen Zugang zu naturwissenschaftlichen Fragen zu ermöglichen, wurden unter der Leitung von Prof. Dr. Lutz Fiesler an der Universität Flensburg seit 1985 Exponate entwickelt, die den interaktiven Ansatz der Science-Zentren aufgriffen. Im Mittelpunkt stand die Forderung nach einem unmittelbaren Zugang zu meist physikalischen Phänomenen.

Bis 1988 entstanden in Flensburg etwa 100 verschiedene Stationen, die in den Fluren und Innenhöfen der Universität aufgebaut wurden. Der wissenschaftliche Ansatz ermöglichte es, pädagogische Fragen in den Vordergrund zu stellen, so dass unter diesem Aspekt angemessene Bauformen und Inhalte entwickelt werden konnten. Fragen der Besucherführung, des Angebots zusätzlicher Informationen, der Vergleich mit ähnlichen Einrichtungen und natürlich Fragen der Lernwirksamkeit bildeten bis 1990 den Schwerpunkt der Arbeit (zusammengefasst in [3]).

Es zeigte sich, dass PHÄNOMENTA keineswegs einen neuen fachdidaktischen Ansatz repräsentierte. Schon Francis Bacon beschrieb und forderte in der Zeit Galileis in seinem utopischen Roman "New Atlantis" eine Gesellschaft mündiger Bürger. Im Zentrum steht dabei das "Haus des Salomon", ein Ort, in dem sich die Menschen die Phänomene der Welt aneignen und zu ihrer Erfahrung machen können. Der Pädagoge Comenius, der Architekt und Philosoph Hugo Kükelhaus und der Didaktiker Martin Wagenschein

seien beispielhaft für Menschen genannt, die einen unmittelbaren Zugang zu den Phänomenen der Natur forderten. Auf Unterricht bezogen schreibt J. A. Comenius: "Nicht der Schatten der Dinge, sondern die Dinge selbst, welche auf die Sinne und die Einbildungskraft Eindruck machen, sind der Jugend nahe zu bringen. Mit realer Anschauung, nicht mit verbaler Beschreibung der Dinge muss der Unterricht beginnen. Aus solcher Anschauung entwickelt sich ein sicheres Wissen" [4].

Die Einrichtung der PHÄNOMENTA in den Räumen der Universität wurde begleitet von einer Reihe wissenschaftlicher Veranstaltungen, von denen die Tagung "Sehen" und das Symposium "Am Phänomen lernen" besonders hervorzuheben sind.

1990/1995

Die oben beschriebenen pädagogischen Ansätze flossen in die Satzung des 1990 gegründeten Vereins PHÄNOMENTA e.V. ein, der seine Aufgabe in der "Förderung und Verbreitung europäischer Kultur mit einem besonderen Schwerpunkt bei Naturwissenschaft und Technik" sieht [5].



Der Eingangsbereich der Phänomenta in Flensburg: Moderne Architektur verbindet die sanierten Gebäude eines alten Kaufmannshofes

Die Aktivitäten des Vereins führten dazu, dass die Stadt Flensburg und das Land Schleswig-Holstein die Sanierung eines alten Kaufmannshofes unmittelbar am Wahrzeichen der Stadt Flensburg - dem Nordertor - finanzierten. 1993 konnte der Verein erstmals einen Teil der Gebäude für eine erste, kleine Ausstellung nutzen. Seit 1995 stehen etwa 1800 Quadratmeter Ausstellungsfläche mit integrierter Werkzone zur Verfügung. Die Kleingliedrigkeit des Hauses hat sich inzwischen als sehr vorteilhaft für die Gestaltung der Aus-

stellung herausgestellt. Der unmittelbar angrenzende Platz vor dem Nordertor, das Nordertor selbst sowie ein Bürgerpark können für die Aufstellung von weiteren Exponaten genutzt werden.

Neben der Organisation der Dauerausstellung, der Besucherbetreuung, der Neuentwicklung und Wartung von Exponaten bietet der Verein Phänomenta e.V. in enger Zusammenarbeit mit der Universität Flensburg eine Reihe weiterer Aktivitäten im Umfeld der Ausstellung an. So wurde der "Club der jungen Forscher" eingerichtet, in dem Mädchen und Jungen eigene Interessen entwickeln und mit Unterstützung von Phänomenta-Mitarbeitern und -mitarbeiterinnen weiter ausbauen können [6].

Die Reihe PFIFF am Sonntag (PFIFF: Phänomenta: fassbare Information, fesselnde Forschung, vgl. [7]) bietet Besucherinnen und Besuchern regelmäßig die Möglichkeit, sich über aktuelle physikalische Themen zu informieren oder sich an Gesprächen und Präsentationen zu naturwissenschaftlich-technischen Fragestellungen zu beteiligen. Außerdem werden Vortragsreihen, Vorträge, Sonderausstellungen, Tagungen und weitere Ausstellungen organisiert.

Sowohl im Bereich der Betreuung wie auch bei der Organisation des kleinen Shops und der Cafeteria sind überwiegend Studierende der Flensburger Universität beschäftigt, für die die PHÄNOMENTA auch ein Praxisfeld in Bezug auf ihre spätere Tätigkeit als Lehrerin oder Lehrer darstellt. Eine weitere Aufgabe sieht der Verein in der Einbindung von Menschen, die im normalen beruflichen Alltag gescheitert sind.

Inzwischen ist der Ansatz in anderen Städten unter gleichem Namen aufgegriffen worden. Im Jahr 2000 gibt es eine Phänomenta in Lüdenscheid, in Bremerhaven, in Templin und in Peenemünde.

Experimente: Die Exponate der Phänomenta

Die Beschreibung einiger typischer Exponate aus der Phänomenta in Flensburg soll deutlich werden lassen, dass in einem solchen Feld nicht nur vergrößerte Schulversuche aufgebaut sind. Vielmehr finden Besucher und Besucherinnen Stationen vor, die unterschiedliche Phänomene aus Natur und Technik und aus dem Bereich der Wahrnehmung aufgreifen und unmittelbares Handeln zulassen. Grundlage bildet die Idee, Objekte so zu gestalten, dass immer ein direkter Umgang mit allen Teilen des völlig durchschaubaren Aufbaus möglich ist. Unmittelbar können dann Parameter verändert und Auswirkungen beobachtet werden. Zeiten, Kräfte, Strecken usw.

haben nach Möglichkeit eine Größe, die der menschlichen Wahrnehmung unmittelbar zugänglich ist, so dass weitgehend auf Messgeräte verzichtet werden kann.

Der hier vielfach gebrauchte Begriff "interaktiv" ist gegen den heute häufig im Zusammenhang mit der Nutzung von Computern verwendeten Begriff inhaltlich deutlich abzugrenzen [8]. Gerade der Verzicht auf Virtualität ermöglicht erst den unmittelbaren Zugang zu den Phänomenen, Interaktivität an dieser Stelle bezieht sich auf den realen Aufbau auf der einen Seite und dem Lernenden auf der anderen Seite.

Die folgende Kategorisierung der Stationen in fünf Gruppen geht auf Fiesser (in [3]) zurück:

1. Stationen zur Schulung und Bewußtmachung der Sinne, z.B. der "Tastpfad":

In einer nach unten hin offenen Form - daher nicht sofort sichtbar - befinden sich verschiedene Gegenstände mit sehr unterschiedlicher Oberflächenbeschaffenheit: Eine Bürste, eine Holzkugel, ein Korkstück, ein Glas usw. Besucher und Besucherinnen ertasten die für sie nicht sichtbaren Gegenstände mit der Hand. Der einfache Aufbau ermöglicht die Erfahrung, wie erstaunlich empfindlich der Tastsinn auf verschiedene Oberflächen reagiert und welche Bedeutung die Erinnerung an frühere Erfahrungen hat.



„Hörkurve“: Wie empfindlich reagiert das Gehör auf verschiedene Tonhöhen?

2. Stationen mit besonderer ästhetischer Qualität, z.B. das "Wellenbecken":

Ein Glasbecken (150 cm x 40 cm x 8 cm) ist etwa zur Hälfte mit blau gefärbtem Wasser und zur anderen Hälfte mit Petroleum gefüllt. Mit einem Griff kann das Becken um etwa 10° gekippt werden. An der Grenzfläche zwischen beiden Flüssigkeiten können deutlich verschiedene langsam ablaufende Wellenerscheinungen beobachtet werden. Obwohl bei dem Wellenbecken der ästhetische Reiz stark im Vordergrund steht, finden Besucher und Besucherinnen auch

hier verschiedene Möglichkeiten zum Experimentieren, bis hin zur Erzeugung stehender Wellen.

3. Quantifizieren des eigenen Körpers und der Sinneswahrnehmung, z.B. die Hörkurve:

Über Lautsprecher werden Töne hörbar gemacht, deren Tonhöhe vorgegeben ist (100 Hz, 200 Hz, 400 Hz, ...) und deren Lautstärke über Schieberegler jeweils so eingestellt werden kann, dass der Ton gerade noch hörbar ist. Jeder der beiden Lautsprecher (links, rechts) ist einzeln schaltbar. Nach Abschluss des Experiments bilden die Schieberegler eine Kurve, die der Empfindlichkeit des untersuchten Ohres für verschiedene Frequenzen widerspiegelt.

4. Täuschungen der Wahrnehmung, z.B. der "mitdrehende Kopf":

In einem Rahmen ist eine von hinten beleuchtete Hohlmaske angebracht. Diese Gestaltung hat zur Folge, dass ein Beobachter das Gefühl hat, der Kopf drehe sich immer genau in seine Richtung (eine genaue Erklärung des Phänomens findet sich in [9]).



Das „große Klick-Klack“: Experimente zum Impulserhaltungssatz

5. Physikalische Phänomene im engeren Sinn, z.B. das "große Klick-Klack" und "Die große Feder":

In einem ca. zwei Meter hohen Gestell befinden sich sechs Stahlkugeln, die an etwa 1,20 Meter langen Seilen bifilar aufgehängt sind. Wird eine der Kugeln, deren Masse etwa 250 Gramm beträgt, ausgelenkt und losgelassen, so tritt der bekannte Effekt auf, dass nach dem Auftreffen auf die verbleibenden fünf Kugeln nur die letzte Kugel davonfliegt. Was aber passiert, wenn zwei, drei oder sogar vier Kugeln ausgelenkt und losgelassen werden? Der Aufbau erlaubt im Rahmen der gegebenen Möglichkeiten eine intensive Beschäftigung mit dem physikalischen Phänomen (hier Impulserhaltung), es kann stellvertretend für den physikalischen Begriff stehen

oder naturwissenschaftliche Zusammenhänge darstellen.

Das Exponat "Große Feder" gehört in die gleiche Gruppe. Versuchsweise wurde hier ein mit dem Experiment gekoppelter Computer aufgestellt, durch den kontextabhängig Hilfen und Informationen zur Verfügung gestellt werden konnten (vgl. [10]): die Feder aus ca. 5 Millimeter dickem Federstahldraht mit etwa 200 Windungen ist auf ca. 8 Meter gedehnt und an jeder zweiten Windung aufgehängt. An einem Ende ist die Feder fixiert, am anderen ist ein Hebel angebracht, mit dem sie zu Quer- oder Längsschwingungen angeregt werden kann. Durch die robuste Konstruktion ist es möglich, den Aufbau vollständig zugänglich zu gestalten. Bei entsprechender Anregung lassen sich - wie auf einer überdimensionalen Gitarrensaite - Ausbreitung, Reflexion und Interferenz von Wellen beobachten und stehende Wellen verschiedener Frequenzen erzeugen.



PIFFF am Sonntag: Seifenblasen

Pädagogische Ziele

Um den individuellen Lernprozess anzuregen, wird in der Ausstellung völlig auf Erklärungen verzichtet. An den Stationen befindet sich eine kurze, auf das Phänomen zielende Frage und ggf. ein kurzer Hinweis auf die Möglichkeiten des Experimentierens. Der Verzicht auf inhaltliche Erklärungen macht den pädagogischen Ansatz der Phänomente besonders deutlich. Es ist keine "belehrende", informierende Ausstellung zu einem bestimmten Thema. Vielmehr sollen die angebotenen Stationen eigene Lernprozesse in Gang setzen. Besucher und Besucherinnen finden in der Ausstellung häufig eine Fragestellung, die ihnen zwar ungewöhnlich, jedoch nicht völlig fremd erscheint. Durch die Möglichkeit, Parameter in weiten Bereichen zu verändern, besteht dann die Chance Abhängigkeiten zu untersuchen, individuelle Voraussetzungen zu überprüfen, Größenordnungen abzuschätzen, kurz: in einen individuellen Forschungs-

prozess einzutreten. Dieser intensive vorformale Lernprozess, der nicht durch eine zu frühe Zuhilfenahme von Fachbegriffen gestört wird, kann später mit anderen Medien (Buch, Computer, Unterricht, ...) fortgesetzt werden [11]. Damit es zu dem beschriebenen Prozess kommen kann, müssen eine Reihe von Rahmenbedingungen eingehalten werden. Dazu gehört insbesondere, das Angebot einer Vielzahl verschiedener Stationen aus verschiedenen Bereichen und mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad. Nur dann können viele Menschen die Fragestellung finden, die subjektiv neu und verblüffend erscheint, die sich aber einer Lösung aber auch nicht völlig verschließt. Neben diesem individuellen "pädagogischen Elementarprozess", den Menschen bei ihrem Besuch vielleicht ein- oder zweimal durchlaufen und der häufig durch eine Reihe von Gesprächen mit anderen Besuchern überlagert ist, sehen wir die Chancen der Ausstellung noch in zwei anderen Bereichen. Zum einen lässt sich durch die insgesamt angenehme Atmosphäre, durch positive Erfahrungen im Bereich naturwissenschaftlich-technischer Fragestellungen, durch Erfolgserlebnisse im direkten Umgang mit spannenden Phänomenen tendenziell eine Grundhaltung erzeugen, die für eine weitere Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Fragen öffnet.



Morsetisch*: Einfachste Informationsübertragung

Andererseits wird durch den unmittelbaren Umgang mit beeindruckenden Phänomenen, insbesondere durch Wahrnehmungen am eigenen Körper, durch deutlich spürbare Kräfte eine Basis von Erfahrungen geschaffen, die für lange Zeit abrufbar bleibt. Die Beschreibung macht deutlich, wie sich Phänomenta in dem Feld zwischen klassischem Museum und modernen Ausstellungen, die den derzeitigen Stand von Technik und Forschung präsentieren oder die auf Inszenierungen setzen, einordnet. Das Projekt Phänomenta verfolgt im Kern ein sehr pädagogisches Anliegen, das sich genauso an Kinder

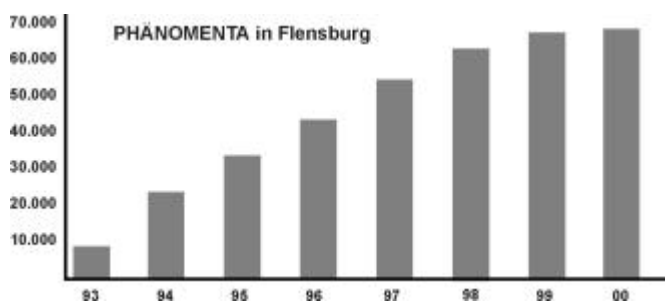
und Jugendliche wie auch an Erwachsene wendet [12].

Besucher und Besucherinnen

Besucherverhalten und Behaltensleistungen in der Phänomenta sind vergleichbar mit anderen stark interaktiv geprägten Ausstellungen. So finden wir Ergebnisse bestätigt, die Diamond bereits 1986 im Exploratorium gefunden hat [13].

Bei einer durchschnittlichen Verweildauer in der Ausstellung von etwa zwei Stunden kommt es neben einer Vielzahl von kurzen Kontakten im Bereich weniger Minuten tatsächlich zu einer nennenswerten Anzahl von intensiven Auseinandersetzungen mit einzelnen Phänomenen, die zu Kontaktzeiten von mehr als 30 Minuten führen. Besucher und Besucherinnen erkunden die Ausstellung keineswegs zielgerichtet, sie schlendern eher umher und lassen sich von einzelnen, ihrer Meinung nach attraktiven Exponaten einfangen. Dabei erschließt sich das Phänomen etwa der Hälfte der Besucherinnen und Besucher unmittelbar bzw. nachdem der Text am Exponat gelesen wurde. Andere nehmen die Hilfe von Bekannten in Anspruch oder lassen sich von den Betreuern und Betreuerinnen in der Ausstellung helfen.

Erstaunlich ist die Zeitdauer, nach der man sich noch an Einzelheiten erinnert. In einer Untersuchung von Junge [14] konnte nachgewiesen werden, dass Zusammenhänge und Beobachtungen noch nach mehr als vier Monaten genau beschrieben werden konnten.



Entwicklung der Besucherzahlen. Mit etwa 70.000 Besuchern im Jahr 2000 ist die Aufnahmefähigkeit des Hauses etwa erreicht.

Finanzierung

Die Ausstellungsräume werden der Phänomenta von der Stadt Flensburg kostenfrei zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus erhält der Verein keine regelmäßigen Zuwendungen und ist so auf die Einnahmen aus Eintrittsgeldern und aus der Entwicklung und Fertigung von Exponaten für Dritte angewiesen. Einzelne Projekte werden durch das Land Schleswig-Holstein oder durch Sponsoren unterstützt.

Der - wie es scheint - erfolgreiche pädagogische Ansatz und die damit stetig steigende Zahl von

Besucherinnen und Besuchern, das Engagement der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen und ehrenamtliche Arbeit haben es möglich gemacht, die Ausstellung kontinuierlich weiterzuentwickeln und die Ausstellungsfläche etwas zu vergrößern.

Fotos: PFIFF: S. Simon, andere: S. Thießen

Literatur

- [1] Brämer, R.: Über die Wirksamkeit des Physikunterrichts. In: Naturwissenschaften im Unterricht - Physik/Chemie, 28/1 (1980), S. 10-17
- [2] Dengler, R.: Einstellung zu Physik. In: Einstellung zur Physik. In: Naturwissenschaften im Unterricht - Physik, 6/3 (1995), S. 25-29
- [3] Fiesser, L.: Anstiften zum Denken - Die Phänomenta. Flensburg 1990
- [4] Comenius, J.A.: Didactica magna, zitiert nach W. Schöler: Geschichte des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Berlin 1970
- [5] Satzung PHÄNOMENTA e.V., 1990
- [6] Fiesser, L.: Begabungsförderung in Physik - ein Bericht aus dem „Club der jungen Forscher“. In: Behrendt, H. (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie, Alsbach/Bergstraße 1994, S. 307ff
- [7] Fiesser, L.: PFIFF: Naturwissenschaft für altersgemischte Gruppen. In: Behrendt, H. (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie, Alsbach/Bergstraße 1995, S. 307ff
- [8] Fiesser, L. / Kiupel, M.: Interaktive Exponate - mehr als eine Attraktion für Kids. In: Museum aktuell Nr. 42 (1999), S. 1488f
- [9] Kiupel, M.: Vexierbilder und Hohlfiguren - Die Bildentstehung endet nicht auf der Netzhaut. In: Praxis der Naturwissenschaften - Physik, 48/1 (1999), S. 44f
- [10] Kiupel, M.: Lernen im Science-Zentrum. Die Förderung interaktiver Lernprozesse durch

Computer. Aachen 1996

- [11] Kiupel, M.: Physik lernen im Science-Zentrum? Vor-formales Lernen als Grundlage für den Physikunterricht. In: Physik in der Schule, 36/6 (1998), S. 217-220
- [12] Fiesser, L.: Raum für Zeit - Quellentexte zur Pädagogik der interaktiven Science-Zentren. Flensburg 2000
- [13] Diamond, J.: The Behavior of Family Groups in Science Museums. In: Curator, 29/2, S. 139-154
- [14] Junge, M.: Phänomenta in der Schule - inwieweit unterstützt ein Erfahrungsfeld den Schulunterricht? In: Wiebel, K.H. (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie, Alsbach/Bergstraße, 1992, S. 264-266

Anschriften:

PHÄNOMENTA
Norderstr. 159-161
24939 Flensburg
www.phaenomenta.com

PHÄNOMENTA
Gustav-Adolf-Str. 9-11
58473 Lüdenscheid

PHÄNOMENTA
Karlsburg 9
27568 Bremerhaven

PHÄNOMENTA
Museumsstr. 12
17449 Peenemünde

PHÄNOMENTA
Altes Rathaus/Marktplatz
17268 Templin