

## Die didaktische Konzeption von EXPERIMINTA

„hands on ... und minds on“

Didaktische Leitlinien des Science Centers EXPERIMINTA

### Vorwort

Seit der Eröffnung am 1. März 2011 haben mehr als 400.000 Menschen EXPERIMINTA besucht, mehr als die Hälfte davon Familien und Freizeitbesucher, etwas weniger als die Hälfte Schulklassen.

Was bringt diese Menschen dazu, relativ viel Eintrittsgeld zu zahlen, um die keineswegs glamourösen Experimentierstationen zu bedienen und sehr viel Zeit zu investieren – angesichts einer Umgebungsregion mit vielen attraktiven Angeboten der Animation und der Zerstreuung?

Was zieht viele ehemals Berufstätige an, als Ehrenamtliche in diesem Betrieb bei der Betreuung der Besucher oder der Exponate zu helfen - und das z.T. von Beginn an bis heute?

Und was haben sich die „Macher“ dabei gedacht, als sie im Mai 2006 als Pensionäre dieses Projekt mit unbekanntem Erfolgsaussichten in Gang setzten – beginnend mit der Erkundung schon bestehender Science Center in Deutschland und dem Ausland, um daraus ein eigenes didaktisches Konzept zu entwickeln?

Was ist die „Idee“, die „Philosophie“ des Unternehmens?

Ganz sicher waren zwei Gesichtspunkte von Anfang an leitend:

Erstens die immense Bedeutung einer naturwissenschaftlichen Bildung als Teil der Allgemeinbildung sowie deren gegenwärtig nicht besonders ausgeprägte Wertschätzung in der Gesellschaft.

Zweitens der Erfolg, den „andere Vermittlungsformen“, die wie die Science Center auf Freiwilligkeit setzen, anderswo in der Republik haben. Naturwissenschaften gelten als zu abstrakt und schwer verständlich: Zumindest Letzteres wollen wir ansatzweise spielerisch angehen und Zugänge erleichtern.

Dabei überschätzen wir keineswegs die Reichweite und die Leistungsfähigkeit der Impulse, die bei einem Besuch in einem Science Center aufgenommen werden können: Sie bleiben im Erlebnishaften (auch das schon ein Erfolg!), sie sollten „nachgearbeitet“ werden: durch Eltern und Erzieher, durch Selbststudium, durch Schule, durch Medien. Aber ohne die Anfangsmotivation, die durch das unmittelbar Erlebte ausgelöst wird, wäre das alles noch schwieriger. Und je früher Erfolgserlebnisse und Freude am selbst Tun und Entdecken dazu beitragen, Naturwissenschaften als spannend zu erfahren, desto besser.

## EXPERIMINTA: Die Konzeption **informellen Lernens**

### 1. „Echte Phänomene“ – authentisch, prägnant, überraschend

Kugeln rollen, Farben und Wellen entstehen, Spiegelbilder erscheinen, Kräfte werden am eigenen Körper spürbar: „Vor unseren Augen“ entstehen Phänomene, wir haben sie selbst erzeugt. Diese „mit allen Sinnen“ erfahrenen Erscheinungen sind hochwirksam: Sie machen uns neugierig, sie überraschen uns vielleicht, sie sind „echt“: Hier sind wir nahe an der in der Pädagogik geforderten unmittelbaren Anschauung, der originalen Begegnung. Die Konzeption von Kükelhaus<sup>1</sup> hat hierin ihren Schwerpunkt: Das Erlebnishaftes, das mit allen Sinnen „leibhaftig“ Erfahrbare ist seine Forderung. Diese „Schule der Sinne“ ist in Institutionen wie Schloss Freudenberg (Wiesbaden), der Kinderakademie (Fulda) oder auch dem Universum (Bremen) vorherrschend, sie hat bei EXPERIMINTA eine eher dienende Funktion: die emotionale Dimension.

Ein gutes Beispiel ist der Drehstuhl und der zugehörige Kreisel (Speichenrad):

Zunächst hat der Besucher mit den Hanteln in den Händen den Pirouetten-Effekt gespürt und körperlich erlebt – das alleine ist nachhaltiger als das Fernsehbild mit der Eisprinzessin. Mit dem Kreisel in den Händen wird der Besucher dann plötzlich wie von Geisterhand auf dem Stuhl gedreht, je nachdem, in welche Richtung er den Kreisel selbst bewegt: Der Kreisel entwickelt ein „Eigenleben“, Stuhl und Mensch und Kreisel verwandeln sich in ein System mit „eigensinnigen“ Kräften, die zunächst schwer durchschaubar sind. Man hat – vielleicht zum ersten Mal – den Drehimpuls leibhaftig kennengelernt.

Für die Physik sind Phänomene jedoch noch in anderer Weise bedeutsam: Sie sind Ausgangspunkt von Erkenntnisstrategien: von Vermutungen, Hypothesenbildung, „Experimenten“ (Planung, Durchführung und Auswertung), Modellbildungen. Wagenschein formuliert es noch zwingender: „Auch auf ... späteren Stufen der Abstraktion muss der Durchblick bis zu den Phänomenen und auch der Rückweg zur Umgangssprache immer offen gehalten werden.“<sup>2</sup>

### 2. Interaktive Experimente

Selbst Phänomene initiieren, variieren, interpretieren

Phänomene alleine könnte man auch „passiv“ erleben: Als Demonstrationen, oder schlechter in Schaukästen auf Knopfdruck.

Der Besucher ist bei uns nicht nur Betrachter, er ist Akteur, Verursacher: Nicht nur, dass er alles anfassen kann („Anfassen erwünscht“), er kann alles **ausprobieren**: er entdeckt, dass das Experiment auf seine Eingaben reagiert, er reagiert auf diese Eingaben, vielleicht gewinnt er - spielerisch oder zufällig oder zunehmend systematisch – Einsichten in Wenn-Dann – Beziehungen: Er erkennt die Parameter, kann sie in seinem Sinne als Fragestellung verändern. Er kann sich so lange mit diesem Phänomen beschäftigen, bis er eine (subjektiv) zufriedenstellende, tragfähige Erklärung gefunden hat: selbstbestimmtes Lernen.

Ein anschauliches Beispiel wäre hierfür die große Feder: Von einem ersten Hin- und Herbewegen an, das zu einem unbefriedigenden unsymmetrischen Bild führt, gewinnt er plötzlich das Gefühl für den rücklaufenden Impuls, den er bis in seine Hände spürt. Er setzt neu an, lässt einen einzelnen Impuls / Wellenbauch durch die Feder laufen, beobachtet den Rücklauf, setzt nun mehrere Hin- und Herbewegungen an, merkt die Kraft des zurückkommenden Impulses und bewegt nun die Feder gleichmäßig – und entdeckt plötzlich die „Stehende Welle“.

Der Besucher hat durch Beobachtung gelernt, dass es hier überhaupt nicht um Schnelligkeit oder Kraft geht, sondern den richtigen Rhythmus. (Perfekt wäre es, sollte er dann anschließend noch das kleine Video über den Resonanzfall an der Brücke in diesen Zusammenhang stellen.)

Gegenüber dieser Begegnung mit echter Interaktion sind Simulationen etwa mit dem Computer immer nachgeordnet. Das ist der Grund, weshalb wir bei EXPERIMINTA nur wenige PCs sehen: Im Verhältnis zu selbst noch so robusten Experimentierstationen sind PCs ja sogar weniger pflegeaufwändig, sie sollten aber immer im Hintergrund bleiben. Die Authentizität der Phänomene, ohne Tricks und versteckte Mechanismen, nur durch Sehen, Hören, Fühlen ... zugänglich, ist unser „Kerngeschäft“ und wird es bleiben.<sup>3</sup>

### **3. Kontexte herstellen**

Unterschiedliche Kontexte, Gleiches an Unterschiedlichen: Multiple Perspektiven

Es ist nicht leicht, bei der Vielfalt der Experimentierstationen den Überblick zu behalten und sich zu konzentrieren: Der Gefahr des „Exponate-hoppings“ haben wir durch eine didaktisch überlegte Anordnung und durch die Bildung von Clustern entgegenzuwirken versucht. Schon die Einteilung der Exponate in die (neun) Kategorien wie „Stark und schwach“, „Hin und her“ ist bewusst niederschwellig gewählt und kann bei der Orientierung im Haus helfen. So gibt es z.B. den Raum der „Goldenen Regel der Mechanik“, in dem dieses elementare Prinzip in den verschiedensten Varianten als Kraftwandler, als Hebel und Flaschenzüge ausprobiert und wiederentdeckt werden kann. Ähnliches gilt für das Thema Schwingungen und Wellen, das durch Pendel, Federn, Chladni-Figuren, Kundtsches Rohr usw. vielfach repräsentiert ist. Oder man denke an die Vielfalt der Erscheinungen, die durch Spiegel der unterschiedlichsten Bauart und Anordnung untersucht werden können. Auch ist es bewusst gewählt, die Phänomene in und an Alltagsbezügen zu erkennen: Der große Löffel, die Zange, aber auch das Teufelsrad als „Karussell“ sind Beispiele.

Alle diese Elemente gehören zu einer situierten Lernumgebung, wie sie zur Förderung von eher selbstgesteuertem und kooperativem Lernen gefordert werden.<sup>4</sup>

### **4. Kognitive Konflikte**

Hands-on und minds-on, Tun und Denken

Hier nähern wir uns dem Kern unseres Konzeptes: Natürlich geht es neben dem Erleben der Phänomene um das „Warum ist das so?“ Das Ausprobieren soll ja über das Neugierigwerden zum Problemlösen führen, zum Begreifen. Alle bisher aufgeführten Elemente sind Hilfestellungen dazu.

Ein kleiner Exkurs zu den Lerntheorien ist hier hilfreich. Seit langem wurde der Zusammenhang zwischen (Selbst-)Tun und Denken in der Pädagogik verfolgt und führte zu den unterschiedlichsten didaktischen Schulen, vor allem in der Reformpädagogik. Aber auch Wissenschaften wie die Denkpsychologie bis hin zu den Neurowissenschaften haben die Bedeutung der Eigenaktivität bestätigt: Alle bisherigen Erkenntnisse der pädagogischen, der kognitionspsychologischen oder der konstruktivistischen Auffassungen des Lernens sind sich hier überschneidend einig: Jeder Mensch konstruiert sich sein Bild, seine individuelle Repräsentanz der Wirklichkeit, selbstständig.

Ein sehr anschauliches und tragfähiges Modell hierzu hat J. Piaget mit seiner Äquilibrationstheorie entworfen: Jeder Mensch strebt nach „Gleichgewicht“ in seinem Weltbild, seiner kognitiven Struktur. Dabei gibt es zwei sehr unterschiedliche Verfahrensweisen, auftretende neue, herausfordernd unbekannte Informationen (Probleme) in die bestehende kognitive Struktur einzubauen: Die Assimilation und die Akkomodation.

Erscheint das neue, unbekannte Problem als vereinbar mit dem bisherigen Erkenntnisstand und kann es widerspruchsfrei integriert werden, so wird es als Variante oder Ergänzung einverleibt. Es wird assimiliert: das Gleichgewicht ist wieder hergestellt.

Gelingt es jedoch nicht, dies widerspruchsfrei zu leisten, so entsteht ein kognitiver Konflikt: Die bisherige kognitive Struktur selbst muss sich ändern, es muss ein neuer Erklärungsansatz, ein neues „Modell“ gebildet werden. Das nennt Piaget Akkomodation, durchaus mit Blick auf den entsprechenden physikalisch-physiologischen Vorgang beim Auge. In der Physik ist dieser Prozess der Modellbildung wohl bekannt.

Das ist es, was wir anstreben, uns erhoffen: Die Besucher sollen über diesen Weg der kognitiven Konflikte, der Akkomodation, zu neuen Erkenntnissen der Zusammenhänge, zu Begriffsbildungen, zu tragfähigen Erklärungsmodellen gelangen können.

Verständlich und passend ist, das Lutz Fiesser, der Gründer und langjährige Leiter der Phänomenta in Flensburg, die Phänomenta als „Haus der Akkomodation“ bezeichnet.<sup>5</sup>

## 5. Impulse statt „Erklärungen“

Fast selbstverständlich ist diese Überlegung zur weiteren Unterstützung der eigenen kognitiven Prozesse der Besucher, sei es was die schriftlichen Materialien an den Stationen oder die Rolle der Betreuer betrifft: Nie geht es um „Belehrung“, sondern um die Hilfe zum selbst Entdecken.

Die Texte in den Drehdisplays sind mit unserer Erfahrung im Alltagsbetrieb gewachsen. Ursprünglich hatten wir „nur“ eine Handlungsanweisung für die Stationen geplant. Als Vorbild diente die Phänomenta Flensburg und das Mathematikum Gießen, die konsequent auf „Lösungen“ (sogar Hinweise darauf) verzichten: Die Phänomene selbst sollen sprechen. Bei EXPERIMINTA finden die Besucher an jedem Exponat dreistufige Hinweise: „Was kann man tun?“ – „Was sollte geschehen?“ – „Warum ist das so?“. Da die Displays exzentrisch aufgehängt sind, gehen sie nach jedem Gebrauch wieder in die Ausgangsfrage „Was kann man tun?“ zurück. Wir konnten beobachten, dass bei den Besuchern pauschal zwei Verhaltensweisen vorherrschen: Entweder sie gehen direkt ans Ausprobieren und lesen gar nicht bzw. erst dann und spät, wenn es Schwierigkeiten gibt. Oder sie gehen vorsichtig auf die Exponate zu und lesen nach erstem Anschauen und Probieren. Interessanter Weise (oder auch erwartbar) sind Erstere eher männlich, jung und Letztere weiblich - oder Familien. Gerade bei dieser Gruppe der Familien waren wir am Anfang überrascht über die vielen wissbegierigen Fragen der meist Erwachsenen, die gerne eine Hilfestellung zur Weitergabe an ihre Kinder oder Enkel wünschten. So haben wir Texte entwickelt, die am Alltagsverständnis ansetzen, gänzlich auf zu frühe Fachbegriffe und vor allem Formeln verzichten, und gerade im letzten Teil („Warum ist das so?“) eine didaktische Herausforderung angehen: „Erklärungen“ (Warum ist das so?) so zu formulieren, dass sie mit „Bordmitteln“ noch intuitiv zu verstehen sind und doch nicht falsche Assoziationen oder Modellbildungen anstoßen. Die hier verwendeten Begriffe und Vergleiche müssen anschlussfähig für die fachlichen Erweiterungen, die Fachbegriffe der Physik und der Mathematik bleiben.

## 6. Kooperation – Zusammen arbeiten

Die Kommunikation und Interaktion zwischen den Besuchern beim Experimentieren ist ein wesentlicher Aspekt für den Erfolg eines Besuches bei EXPERIMINTA, und sie funktioniert. Eine Vielzahl der Stationen ist bewusst darauf angelegt, zusammen zu arbeiten, aber auch generell ist der Austausch von Meinungen, Beobachtungen, Lösungsansätzen, das gegenseitige Anregen und Korrigieren, das gemeinsame Tun förderlich für den eigenen Weg - und das Erfolgserlebnis bei der gemeinsam gefundenen „Lösung“. Diese soziale Dimension ist zusammen mit der emotionalen (s.1.) und der kognitiven (s.3.) das Rückgrat unseres Konzepts. Und gerade bei Familien (auch Großeltern mit Enkeln) ist es immer wieder bestätigend, wie diese miteinander agieren, sich austauschen und anregen, nicht nur von Groß zu klein, sondern auch umgekehrt.

*Beispiel: „Laufwippe“*

Zwei Partner stellen sich auf die Wippe und versuchen, Balance zu halten. Vielleicht sind beide unterschiedlich schwer, vielleicht bewegt sich einer nach innen oder nach außen. Der andere muss nun ausgleichen, meist ist klar, in welche Richtung oder es geht durch probieren. Natürlich muss der Stärkere nachgeben, aber wenn der sich nach außen stellt, muss der andere sich einen weiteren Partner zu Hilfe holen – oder das Spiel ist zu Ende...

## 7. Freiheitsgrade: Keine festgeschriebenen Wege ...und Zeiten

Die Freiwilligkeit des Besuchs bei EXPERIMINTA ist ein konstitutives Element unseres Konzepts. Sie ist typisch für informelle Lernorte. Die Vorteile liegen auf der Hand: Jeder kann sich die Zeit und die Inhalte wählen, die er will oder auch benötigt. Er kann kurssorisch durch die gesamte Ausstellung zappen, er kann verweilen an bestimmten Stationen, zurückkommen, auslassen. Aber praktisch jeder wird „seine“ Phänomene finden, die ihn binden, an denen er arbeiten will – freiwillig.

Wir gehen im Schnitt von einer Aufenthaltsdauer in der Ausstellung von zweieinhalb Stunden aus, bei Gruppen etwas weniger, bei Familien und Freizeitgruppen mehr, zum Teil erheblich mehr. Es ist davon auszugehen, dass ein Besucher bei der Vielfalt der Angebote an Experimenten maximal eine Dreiviertelstunde, eher eine halbe Stunde konzentriert arbeiten kann. In dieser Zeit werden wohl kognitive Prozesse im Sinne der Akkomodation geleistet werden können. Das ist eine sehr fruchtbare Zeit und lohnt den Besuch bereits. Die übrigen Stationen werden möglicherweise nur „assimiliert“, oder spielerisch wahrgenommen, oder sie regen an, wiederzukommen.

## 8. Schnittstellen zu formalem Lernen: Anbindung an Schulcurricula

Selbstverständlich ist EXPERIMINTA auch ein außerschulischer Lernort, der für Schulen (und Kitas) sehr produktiv genutzt werden kann. Praktisch alle Themen der Ausstellung finden sich im Laufe des Physik-, Mathematik- und Informatikunterrichts der einzelnen Schuljahre und Schulformen in den Curricula der Fächer wieder. Aber auch fächerverbindendes und fächerübergreifendes Lernen ist möglich, beispielsweise zur Verbindung von Physik und Kunst.

Mit der Zeit haben wir eine ganze Reihe von Hilfestellungen für Lehrer und Erzieher entwickelt, die einen Besuch mit ihrer Lerngruppe planen und erfolgreich durchführen wollen. Zu nennen sind hier die stufenspezifischen Angebote für Grundschule, Sekundarstufe I und die Oberstufe – zum Download als Arbeitsblätter und ergänzt durch buchbare Räume und Stationen am Nachmittag. Zudem gibt es einen umfangreichen Katalog mit detaillierten Erläuterungen der Exponate sowie vielen weiterführenden Hinweisen etwa zu Anwendungen oder Naturerscheinungen.

Ebenso bieten wir kostenlose Einführungsnachmittage für Lehrkräfte und Erzieherinnen und Erzieher an.

Mittlerweile schließen wir auch Kooperationsvereinbarungen mit einzelnen Schulen, die den Besuch von Lerngruppen gegen die Bezahlung einer Pauschale erleichtern, damit mehr Lehrkräfte gezielt und passend zu ihren Unterrichtsvorhaben einen Besuch planen können.

### **Nachwort**

Die beschriebenen Elemente der didaktischen Konzeption von EXPERIMINTA sind als Grundlage eines Leitbilds zu verstehen, als theoretisches Fundament, auf dem wir das Projekt in die Praxis umsetzen konnten. Vieles davon ist aus langjähriger Erfahrung in Schule und Lehrerausbildung entstanden und zusammengeführt. EXPERIMINTA ist ein lebendiges Beispiel für die Wirksamkeit von Theorie für die Praxis, und von Praxis, die sich (theoretischen) Leitideen stellt.

Dabei übersehen wir keineswegs die Probleme, die sich in der Praxis ergeben: Unmotivierte Schulklassen, schlecht vorbereitet und alleine gelassen, Überfüllung zu bestimmten Zeiten, nicht funktionierende Exponate, unmotivierte Betreuer. Die Aufzählung ließe sich fortsetzen. Aber daran arbeiten wir täglich, und das ist uns Aufgabe und Ansporn. Und das berührt auch nicht unser Verständnis der Richtigkeit unseres Weges. Eine weitere Kritik geht eher ins Grundsätzliche: Die Untersuchungen zur Nachhaltigkeit der Schüler-Besuche in Science Zentren zeigen angeblich eine eher ernüchternde Bilanz. Das muss man ernst nehmen, darf aber auch die Fragestellungen kritisch betrachten. Sie gehen dann fehl, wenn man die Vorbereitung der Gruppenleiter und der Voreinstellung der Besucher außer Acht lässt. Niemand würde von einem Besuch einer Schulklasse etwa in einem Kunstmuseum erwarten, dass er ohne Einbindung in das curriculare Vorhaben erfolgreich ist.

Und es muss auch eine realistische Einschätzung der Leistungsfähigkeit solcher Science Zentren zugrunde gelegt werden. Sie können sehr viel zur Öffnung und zur Motivation für Naturwissenschaften beitragen, und sie können auch erste Schritte von intuitivem, ursprünglichem Verstehen zu exaktem Denken hin anbahnen. Das ist viel.

Und so viele Menschen, die ihre Freizeit und ihr Geld hier einbringen, können sich nicht irren.

Science Zentren sind Angebote im Schnittbereich von Bildung, Kultur und Freizeit. Hier leisten sie einen anerkannten und aner kennenswerten Beitrag zur Allgemeinbildung.

### **Anmerkungen und verwendete Literatur**

- 1) Kükelhaus, Hugo: Entfaltung der Sinne, Verlag Schloss Freudenberg, Neuauflage 2008. Kükelhaus hat mit seinen „Erfahrungsfeldern“ eine Variante der Sinneserfahrungen durch Exponate entwickelt, die im Ruhrgebiet verbreitet sind und bis zur Expo 2000 in Hannover reichten

- 2) Wagenschein, Martin: Rettet die Phänomene, in: Naturphänomene sehen und verstehen, zit. nach 5. Fiesser 2000 S.242 ff. Wagenschein ist ein Verfechter des „Vorrangs des Verstehens“, gegen Verfrühungen der Begriffsbildung und Mathematisierung, er spricht sogar von der Korruption des Verstehens (Die Pädagogische Dimension der Physik, Neuauflage Aachen 1995). Er propagiert das sokratisch – genetisch – exemplarische Lehren und Lernen. Sein Hauptwerk: „Die pädagogische Dimension der Physik“ und die Schriftensammlung „Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken“ sind Programm. Wir verstehen EXPERIMINTA als Ansatz - ausgehend vom ursprünglichen Verstehen (der Kinder) - zu exaktem Denken anzuregen.
  - 3) Fiesser, Lutz ; Kiupel, Michael: Interaktive Exponate - mehr als eine Attraktion für Kids. Schriftenreihe zum interaktiven Lernen Nr.2 Flensburg 2001  
Lutz Fiesser war in den 1980er Jahren der Gründer des ersten deutschen Science Centers Phänomenta in Flensburg, M. Kiupel ist sein Nachfolger. Die Phänomenta war neben dem Mathematikum wichtiger Ideengeber (und Exponatebauer) für die EXPERIMINTA.
  - 4) Mandl, Heinz; Reinmann-Rothmeier, Gabi: Unterrichten und Lernumgebungen gestalten (Forschungsbericht Nr. 60). München Mai 1999
  - 5) Frantz-Pittner, Grabner, Silvia, Bachmann, Gerhild (Hg.)  
Science Center Didaktik , Forschendes Lernen in der Elementarpädagogik,  
Baltmannsweiler 2011
  - 6) Piaget, Jean: Psychologie der Intelligenz, Stuttgart 1980
- Siebert, Horst: Landesinstitut für Schule und Weiterbildung (Hg.), Über die Nutzlosigkeit von Belehrungen und Bekehrungen, Beiträge zur konstruktivistischen Pädagogik, Soest 1997
- Lutz Fiesser, Raum für Zeit – Quellen zur Pädagogik der interaktiven Science-Zentren, Flensburg 2000  
Eine Einführung in die Didaktik von Science Zentren und eine sehr wichtige Sammlung von Quellen. Hierin auch:  
Martin Wagenschein, Frank Oppenheimer, Hugo Kükelhaus, Jean Piaget u.a.

Norbert Christl