

Aeschbacher, Urs

Studierende der Pädagogik entdecken das Technorama der Schweiz. Bericht aus einer Lehrveranstaltung des Pädagogischen Instituts der Universität Zürich

Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 16 (1998) 3, S. 391-399



Empfohlene Zitierung/ Suggested Citation:

Aeschbacher, Urs: Studierende der Pädagogik entdecken das Technorama der Schweiz. Bericht aus einer Lehrveranstaltung des Pädagogischen Instituts der Universität Zürich - In: Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 16 (1998) 3, S. 391-399 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-133912

in Kooperation mit / in cooperation with:

Zeitschrift zu Theorie und Praxis der Aus- und
Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern

**BEITRÄGE ZUR LEHRERINNEN-
UND LEHRERBILDUNG**

Organ der Schweizerischen Gesellschaft für
Lehrerinnen- und Lehrerbildung (SGL)

ISSN 2296-9632

<http://www.bzl-online.ch>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF)
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Studierende der Pädagogik entdecken das Technorama der Schweiz

Bericht aus einer Lehrveranstaltung des Pädagogischen Instituts der Universität Zürich

Urs Aeschbacher

Achtzehn Studierende liessen sich im Technorama auf ausgewählte Exponate ein, protokollierten die Schritte ihrer Auseinandersetzung mit ihnen und stufen sie auf einer Reihe von gemeinsam entwickelten Beurteilungsskalen ein. Erhebung und Interpretation dieser qualitativen und quantitativen Daten waren in eine universitäre Lehrveranstaltung verflochten. Es werden exemplarisch einige Daten und Interpretationen zu zwei Exponaten berichtet. Ein grosser Hohlspiegel, der Wärmestrahlung in einem Punkt im Raum bündelte, faszinierte praktisch alle, wobei die sinnliche Erfahrbarkeit des Hitzepunktes im Vordergrund stand. Ein grosses Augenmodell, bei welchem durch Variation der Linsenkrümmung und/oder durch Vorschalten von Brillengläsern die Abbildungen verschieden weit entfernter Leuchtbuchstaben auf der Netzhaut scharf oder unscharf eingestellt werden konnten, gefiel nur denjenigen mit entsprechendem Vorwissen und mit einem ausgeprägt "denkerischen", theoriebezogenen Lernstil nach dem Lernstiltest von Kolb. Dieser Befund wird auf dem Hintergrund einer denkpsychologischen Analyse des Augenmodells diskutiert. Weitere Diskussionspunkte betreffen die Unterscheidung verschiedener Verstehensebenen sowie das Verhältnis von Spiel und Gründlichkeit beim Umgang mit interaktiven Exponaten in Science Centers.

An der Lehrveranstaltung "Interaktives Lernen am Phänomen - Das Technorama als moderne Bildungsstätte", welche der Schreiber unter teilweiser Mitarbeit von Professor K. Reusser im Sommersemester 97 am Pädagogischen Institut der Universität Zürich durchführte, nahmen dreizehn Studentinnen und fünf Studenten teil. Worum es ging, hatten sie folgendem Ausschreibungstext entnehmen können:

Das Technorama Winterthur hat seit einigen Jahren mit der konsequenten Anwendung des Interaktivitätsprinzips (die Exponate sollen über selbsttätiges Manipulieren und Erkunden seitens der Besucher/innen Technik und Wissenschaft erlebbar und begreifbar machen) einen steigenden Publikumserfolg. Die Pädagogik hat allen Grund, diese Entwicklung (und die Bestrebungen und Leistungen der "Science Centers" als moderner Bildungsanstalten überhaupt) zur Kenntnis zu nehmen und sich damit auseinanderzusetzen. Dadurch, dass die dargebotenen Exponate ohne jegliche äussere Lernmotivation auskommen müssen, sind sie - im Unterschied zur Schule - "zum pädagogischen Idealfall verdammt". Alles hängt von der intrinsischen Attraktivität und Erlebniswirksamkeit der Lernangebote (Exponate) ab. Was unter diesem spezifischen Bewährungsdruck entwickelt worden ist und Erfolg hat, muss die Schule und die Pädagogik insgesamt interessieren.

Das Erfolgsrezept "interaktives Lernen" hat offensichtliche Beziehungen zu einer ganzen Reihe pädagogisch-didaktischer Postulate wie z.B. Individualisierung, persönliche Wahlfreiheiten und Selbstregulation beim Lernen, Primat des Phänomens und der persönlichen Erfahrung, Ausgehen vom Erleben und Handeln, entdecken des Lernen. Andererseits erfahren die Lernenden relativ wenig Anleitung und Unterstützung, was das begriffliche Strukturieren der jeweiligen Phänomene betrifft. Was die empirische pädagogische Forschung zum Lernen in "Science Centers" bis-

her am klarsten gezeigt hat, sind die enormen positiven Wirkungen auf die Motivation der Lernenden.

Im Proseminar versuchen wir, den motivationalen und den kognitiven Prozessen und Ergebnissen (inklusive Wechselwirkungen) des interaktiven Lernens an Technorama-Exponaten auf die Spur zu kommen. Dazu befragen wir zum einen die Motivations- und die Lernpsychologie, zum anderen vorliegende empirische "Evaluationsforschungen" zum Lernen in "Science Centers" und zum dritten unser eigenes (im Rahmen von Exkursionen ins Technorama gesammeltes) Erleben.

Erstaunlich viele nahmen nach eigenem Bekunden trotz Angst vor der Physik teil, gewissermassen um diesem Gebiet (und sich selber) eine zweite Chance zu geben. Für sie wurde die Veranstaltung zu einem besonderen Abenteuer und zu einem Stück Selbsterfahrung. Um es vorwegzunehmen: Die meisten fanden im Lauf ihrer Exkursionen ins Technorama tatsächlich einen neuen Zugang zur Welt der Physik. Gemäss der Feedbackrunde am Schluss des Semesters kann das folgende Fazit aus dem schriftlichen Erlebnisbericht einer Teilnehmerin als Stimme der Mehrheit gelten: "Ich muss bemerken, dass Physik nie mein Lieblingsfach gewesen ist, aber das Technorama hat in mir das Interesse dafür geweckt."

Anlage der Lehrveranstaltung

Um den Erfahrungsaustausch zu fokussieren wurden vom Leiter vier Exponate aus dem Technorama-Sektor "Licht und Sicht" ausgewählt, nämlich die Exponate "Heisses Licht", "Augenmodell", "Unsichtbares Licht" und "Warum ist der Himmel blau?". Alle Teilnehmenden sollten sich mit diesen vier "Pflicht-Exponaten" auseinandersetzen, darüber je einen schriftlichen Erlebnisbericht von ungefähr einer Seite erstellen und ausserdem jedes nach einem festen Satz von Kriterien beurteilen, welcher vorgängig im Rahmen der Veranstaltung gemeinsam entwickelt werden sollte. Es interessierte alle Beteiligten, ob die Auswahl und Gewichtung solcher Beurteilungskriterien und die anschliessende Beurteilung der Exponate nach den Kriterien von so etwas wie dem persönlichen Lernstil abhängen würde. Deshalb absolvierten alle zunächst den Lernstiltest von Kolb (Kolb, 1976; 1984). Dieser Test wurde trotz seiner umstrittenen Validität (zum Stand der Forschung siehe Veronica & Lawrence, 1997; Sadler-Smith, 1997) gewählt, weil er neben den Neigungen zu reflexivem und begrifflich geprägten Lernen explizit auch solche zu aktiv experimentierendem und die konkrete Erfahrung bevorzugendem Lernen in Betracht zieht (der Test misst entsprechend die Lernstilausprägungen in vier Richtungen: Diejenige der "EntdeckerInnen", diejenige der "DenkerInnen", diejenige der "EntscheiderInnen" und diejenige der "MacherInnen") und daher für die Exkursion ins Technorama besonders relevant erschienen.

Der Einfluss der so erhobenen Lernstile zeigte sich dann bereits bei der Erarbeitung des gemeinsamen Kriterienkataloges. Die Teilnehmenden wurden dazu auf der Basis ihrer Testwerte in vier je lernstilhomogene Gruppen geteilt. Jede Gruppe sollte mindestens ein Kriterium beisteuern, das sie für die Beurteilung der Exponate als besonders wichtig erachtete. Folgende Kriterienliste kam so zustande:

- 1) Der Begleittext ist eindeutig und verständlich formuliert. Einmaliges Durchlesen genügt. (EntdeckerInnen; sie bevorzugen laut Kolb-Test beim Lernen konkrete Erfahrung und reflexive Beobachtung)
- 2) Eigene physische Erfahrung (sinnlich, körperlich) ist möglich. (MacherInnen; sie bevorzugen laut Kolb-Test beim Lernen konkrete Erfahrung und aktives Experimentieren)
- 3) Das Exponat hat Aufforderungscharakter (Aesthetik, Anordnung, Fragestellung). (MacherInnen)
- 4) Das Exponat ist verständlich, d.h. im Handlungsablauf nachvollziehbar. (EntscheiderInnen; sie bevorzugen laut Kolb-Test beim Lernen aktives Experimentieren und abstrakte Begriffsbildung)
- 5) Die zugrundeliegenden Gesetzmässigkeiten (Sachstruktur) sind erkennbar. (DenkerInnen; sie bevorzugen laut Kolb-Test beim Lernen abstrakte Begriffsbildung und reflexives Beobachten)
- 6) Die Versuchsanordnung ist durchsichtig, d.h. die Idee und Absicht des Exponatbaus ist erkennbar. (DenkerInnen)
- 7) Das Exponat gefällt mir, spricht mich an (vom Leiter hinzugefügt)

Die offensichtlichen Affinitäten zwischen Lernstil und jeweils favorisiertem Kriterium waren für alle verblüffend. Ohne Wertung (und dazu hilft das Modell von Kolb!) wurde registriert und diskutiert, dass z.B. "Verständlichkeit" eines Exponates für die EntscheiderInnen offenbar zunächst eher die Ebene des Zum-Funktionieren-Bringens (sozusagen die Syntax eines Exponates: Welche Operationen in welcher Reihenfolge?), für die DenkerInnen hingegen direkt die Ebene der dahinterliegenden Zusammenhänge (sozusagen die Semantik des Exponates) betrifft. Indem in der Folge siebzehn Teilnehmende jedes der vier Exponate nach jedem der sieben Kriterien beurteilten (Einschätzung auf je einer zehnstufigen Skala), kam eine Datenmatrix zusammen, die für die weitere Diskussion der Exponate sowohl Herausforderungen als auch Anhaltspunkte bot.

Zwei Exponate zur Strahlenbündelung und ihre vergleichende Beurteilung

Von den vier Exponaten gefiel das "Heisse Licht" (vgl. Abb.1a) mit Abstand am besten. Ein manngrosser Hohlspiegel bündelte hier die von drei Infrarotlampen ausgesandten Wärmestrahlen in einem Punkt, welchen man mit der Hand "in der Luft ertasten" konnte (deutliche Hitzeempfindung!). Ausserdem sah man sich selber im Hohlspiegel je nach Abstand in grotesk verzerrten Formen. Zehn von siebzehn Teilnehmenden erteilten diesem Exponat auf Skala 7 die Höchstpunktzahl (Abb.1a). Die Beliebtheitswerte der anderen drei Exponate lagen signifikant niedriger ($p < 0.01$ mit U-Test in allen drei Fällen) und streuten breit um die Mediane 5 ("Unsichtbares Licht") bzw. 6 ("Warum ist der Himmel blau?" und "Augenmodell, vgl. Abb.1c). Ausser auf der Beliebtheitskala 7 schnitt das Experiment "Heisses Licht" auch auf den Skalen 2 ("physische Erfahrung möglich") und 3 ("Aufforderungscharakter") hervorragend ab: Der Median lag im ersten Fall beim Maximalwert 10 und im zweiten bei 9, während die Werte der anderen drei Exponate auch hier alle signifikant tiefer

lagen und breit streuten (zum Augenmodell vgl. Abb.1d). Im Urteil der grossen Mehrheit zeichnete sich das gemeinsame Lieblingsexponat also durch ein Maximum an physischer Erfahrbarkeit und an Aufforderungscharakter aus. Natürlich ist das eine rein deskriptive Statistik und bleibt auf den vorliegenden Fall und auf das vorliegende vielleicht sehr lückenhafte Befragungsinstrument bezogen.

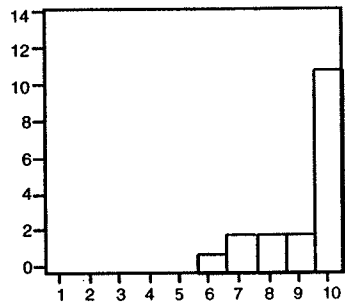


Abbildung 1a)
"Heisses Licht" (Skala 7)

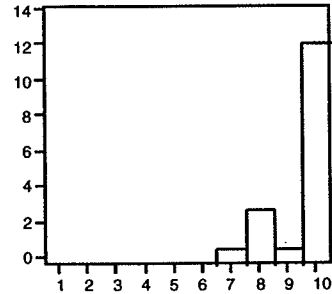


Abbildung 1b)
"Heisses Licht" (Skala 2)

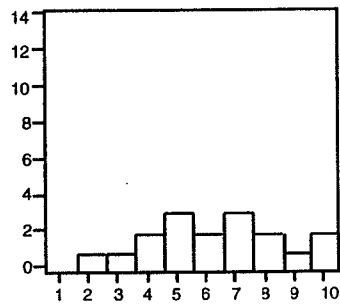


Abbildung 1c)
"Augenmodell" (Skala 7)

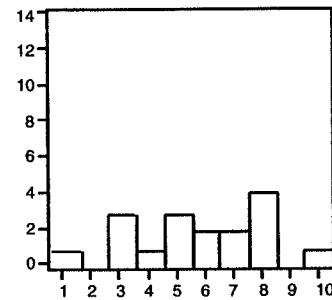


Abbildung 1d)
"Augenmodell" (Skala 2)

Abbildung 1: Beurteilung der beiden Exponate "Heisses Licht" und "Augenmodell" je auf der Skala 7 (Das Exponat gefällt mir, spricht mich an) und auf der Skala 2 (Eigene physische Erfahrung - sinnlich, körperlich - möglich). Die Säulenhöhe zeigt jeweils an, wieviele der siebzehn Urteilenden dem Exponat auf der betreffenden Skala (Abszisse) die betreffende Punktzahl erteilt haben. Das Exponat "Heisses Licht" gefiel den meisten ausserordentlich gut (1a; Median 10) und war gleichzeitig durch sehr hohe Punktwerte bezüglich sinnlicher Erfahrbarkeit (1b; Median 10) charakterisiert. Die entsprechenden Punktwerte für das "Augenmodell" (1c und 1d; Median 6 auf beiden Skalen) lagen deutlich niedriger und streuten auf beiden Skalen breit. Das Augenmodell wurde auf beiden Skalen umso höher eingestuft, je näher der Lernstil der beurteilenden Person (nach dem Lernstiltest von Kolb) beim "Denker"-Pol lag.

Interessant war nun der vergleichende Blick auf das Exponat "Augenmodell". Wie beim "Heissen Licht" geht es ja um die Konvergenz von Strahlen, allerdings in ganz anderer Konfiguration. Man konnte hier durch Variation der Linsenkrümmung (mehr oder weniger Wasser in die Linse einspritzen) und/oder durch Vorschalten konvexer oder konkaver "Brillengläser" die Abbildungen verschieden entfernter Leuchtbuchstaben auf der Netzhaut scharf oder unscharf einstellen, wobei auch die Distanz der Netzhaut von der Augenlinse noch variiert werden konnte. Das Augenmodell wurde offenbar von den verschiedenen Teilnehmenden sehr unterschiedlich erlebt. Wir versuchten, die breite Streuung von ausgeprägtem Gefallen bis zu ausgeprägtem Missfallen (vgl. Abb.1c) etwas aufzuklären. In der Tat fand sich eine hohe Korrelation ($r_s = 0.77$; $p < 0.01$, zweiseitig) zwischen den Skalen 7 und 2, d.h. das Augenmodell gefiel um so besser, je mehr man es als physisch erfahrbar erlebte. Ausserdem liessen sich die Streuungen auf beiden Skalen ein Stück weit differentialpsychologisch aufklären: Der auf einer zweipoligen adhoc-Dimension "Denker"- "Macher" gemessene Lernstil der Beurteilenden³ korrelierte sowohl mit dem Gefallen am Augenmodell ($r_s = 0.53$; $p < 0.05$, zweiseitig) als auch mit dessen erlebter physischer Erfahrbarkeit ($r_s = 0.56$; $p < 0.05$, zweiseitig): Die "DenkerInnen" sprachen auf das Augenmodell besser an als die "MacherInnen", aber nicht etwa, weil sie es besser verstanden hätten. Die aus den schriftlichen Erlebnisberichten ersichtlichen Fälle von "Aha-Erlebnis" am Augenmodell waren gleichmässig auf die beiden Lernstilausprägungen verteilt. Hier brachte eine lernpsychologisch-didaktische Analyse, wie sie im folgenden berichtet wird, weitere Aufklärung - sowie Differenzierungen bezüglich der Struktur der Exponate und der Interaktion mit ihnen.

Lernpsychologisch-didaktische Anmerkungen zum Augenmodell

Die frei formulierten schriftlichen Erlebnisprotokolle enthalten auch Informationen zu den Interaktionsverläufen in der Zeit. Deutlicher als die retrospektiv abgegebenen quantitativen Gesamteinschätzungen zeigen sie, dass das Augenmodell grosse Schwierigkeiten bot. In zehn der sechzehn verfügbaren Erlebnisprotokolle wird dem Bedürfnis nach mehr (über den Exponat-Begleittext hinausgehenden) Erklärungen Ausdruck gegeben: Zwei merkten an, sie hätten das Exponat nur dank ihrem guten Vorwissen bewältigt, fünf weitere vermissten explizit eine schematische Darstellung der Zusammenhänge im Begleittext, drei weitere brachen die Interaktion ab, um sich zunächst Unterlagen zu beschaffen. Bis zur subjektiven Bewältigung des Exponates benötigten etliche Interaktionszeiten in der Grösse von einer Stunde und mehr, wobei die Berichte auch dann noch zum Teil grundlegende Verständnisdefizite in der Sache erkennen lassen. Nur sechs formulierten explizit einen Erkenntnisstand, der im gestaltpsychologischen Sinne als "Einsicht" in die Funktionsweise der Augenlinsen-Akkommodation und der Brille gelten kann.

³ Für jede Person wurde die Summe der Punktwerte aus den beiden eher erfahrungsorientierten Skalen "aktives Experimentieren" und "konkrete Erfahrung" aus dem Lernstiltest von der Summe der Punktwerte aus den beiden eher theorieorientierten Skalen "reflexives Beobachten" und "abstrahierende Begriffsbildung" subtrahiert. Eine solche zweipolige Dimension ist faktorenanalytisch als Hauptstruktur des Kolb-Tests identifiziert worden (vgl. Sadler-Smith, 1997).

Tabelle 1:
Erlebnisbericht einer Teilnehmerin zur Interaktion mit dem Exponat "Augenmodell"

- Ich lese die Anleitung/Beschreibung nicht.
- Betrachte interessiert die verschiedenen Teile des Exponates und ihre Mobilität oder Statik beim Berühren: Exponat eher komplex, da verschiedenste Teile mobil sind, verändert werden können und irgendwie in einem Zusammenhang stehen.
- Das Exponat interessiert mich speziell, da ich offenbar die Möglichkeit habe, meine Kurzsichtigkeit interaktiv, experimentell zu kreieren und mögliche Ursachen und Zusammenhänge zu erkennen (Bsp: Unterschied zu Weitsichtigkeit). Assoziation: Kürzlich stiessen wir in einem Gespräch unter FreundInnen auf dieses Thema und einer meiner Kollegen erklärte uns damals den Unterschied zwischen der Lage des Brennpunktes bei Kurz- bzw. bei Weitsichtigkeit bezüglich der minus oder plus Dioptrie. Offensichtlich fehlte mir bei dieser Form der Erklärung aber einiges an Anschauungsmaterial oder sinnlich Erfahrbarem, d.h. die rein verbale Beschreibung des Phänomens genügte mir nicht, denn ich könnte die Erklärung nicht mehr genau rekonstruieren.
- Ich versuche die verschiedenen Teil des Auges aufgrund meines Vorwissens zu benennen.
- Ich experimentiere mit der Lampe "P" und dem Abstand:
 - a) Lampe nahe bei Auge, wenig Flüssigkeit muss aus der Linse gezogen werden, um ein scharfes "d" auf der Netzhaut zu erkennen.
 - b) Lampe weit von Auge entfernt, mehr Flüssigkeit muss aus der Linse gezogen werden, um ein scharfes "d" auf der Netzhaut zu erkennen.
- Das Abbild von "P" trifft über die Hornhaut durch die Pupille und die Linse auf die Netzhaut (Test durch Abdecken der Pupille)
- Ich experimentiere mit unterschiedlichen Flüssigkeitsmengen in der Linse:
 - a) Einstellung scharfes "P" auf der Netzhaut. Ich entziehe etwas mehr Wasser: grösseres unscharfes "d" auf der Netzhaut bezüglich der Normaleinstellung, Korrektur durch Linse für Weitsichtige.
 - b) Einstellung scharfes "P" auf Netzhaut. Ich gebe etwas mehr Wasser in die Linse: Kleineres "d" unscharf auf Netzhaut bezüglich Normaleinstellung, Korrektur durch Linse für Kurzsichtige.
- Mir ist die Relation zwischen Flüssigkeitsspritze, Linse und Netzhaut sowie deren Funktion bezüglich meinem Auge noch nicht klar: Wo ist sie bei mir?
- Aha, ich entdecke soeben, durch Anfassen der Linse während dem Dazugeben von Wasser, dass sie sich wölbt und bei der Wegnahme demzufolge flacher wird.
- Somit ist bei Kurzsichtigkeit die Linse also stärker gewölbt als im Normalfall, was zu einer stärkeren Lichtbrechung oder -streuung führt und den Brennpunkt vor der Netzhaut erscheinen lässt (kleineres unscharfes "d"). Durch die Korrektur-Linse (ev. Plus-Dioptrie) wird diese fehlende Distanz korrigiert: Brennpunkt auf Netzhaut.
- Bei Weitsichtigkeit ist die Linse flacher als im Normalfall, was das Licht schwächer streut und den Brennpunkt hinter der Netzhaut erscheinen lässt (grösseres unscharfes "d"). Durch die Korrektur-Linse (evtl. Minus-Dioptrie) wird dieses Zuviel an Distanz ausgeglichen: Brennpunkt auf Netzhaut.
- Eigentlich bedeutet dies, dass die Lichtbrechung bei Kurzsichtigen durch die stark gewölbte Linse zu stark ist und deshalb zu einem Abbild des Gegenstandes vor der Netzhaut führt.
- Ich bin völlig fasziniert von meinen Entdeckungen....

Warum ist das Exponat "Augenmodell" so schwierig? Zunächst ist darauf hinzuweisen, dass die beteiligten optischen Zusammenhänge selber nicht ganz einfach sind. Um zu verstehen, inwiefern eine dem Auge vorgeschaltete Streulinse bei Kurzsichtigkeit hilft, muss ich die Kurzsichtigkeit selber als eine in bestimmter Weise defizitäre Akkommodation (Anpassung der Augenlinsenkrümmung an die Objektdistanz) verstehen. Dazu wiederum muss ich den Einfluss der Objektdistanz einerseits und der Augenlinsenkrümmung andererseits auf die Lage des Bildpunktes im Inneren des Auges kennen (mit wachsender Objektdistanz wandert der Bildpunkt nach vorne, in Richtung der Augenlinse, und mit abnehmender Krümmung der Augenlinse wandert er nach hinten, von der Augenlinse weg) und verstehen, dass sich diese beiden Einflüsse bei der normalen Akkommodation der Augenlinse gegenseitig so kompensieren, dass der Bildpunkt trotz Verschiebung des äusseren Gegenstandes auf der Netzhaut bleibt. Fasst man das "Aha!" im Protokoll-Beispiel (Tabelle 1) als klassisches Einsichtserlebnis im gestaltpsychologischen Sinne, so heisst das gemäss Karl Duncker (1935/1974), dass der Verfasserin klar werden musste, welches Problem die vorgeschaltete Streulinse eigentlich löst: Sie hat den "Funktionalwert" eines zusätzlichen Nach-hinten-Verlegens des Blickpunktes, der sonst wegen ungenügender Augenlinsenabflachung vor der Netzhaut läge.

Bei dieser Strukturanalyse zeigt sich nun eine Beschränkung des Exponates, welche eine zusätzliche Erschwernis des Lernprozesses mit sich bringt. Es erlaubt nämlich nicht bzw. nur auf umständliche Weise, die Einflüsse der Objektdistanz und der Augenlinsenkrümmung auf die Lage des Bildpunktes je gesondert durchzuspielen. Die Akkommodationsleistung des Auges als Kompensation zweier gegenläufiger Bildpunktverschiebungen versteht aber im Sinne Piagets nur, wer diese beiden virtuellen Effekte auch je für sich, gewissermassen "vor" oder "neben" ihrer tatsächlichen gegenseitigen Aufhebung gedanklich nachvollziehen kann. Soll ein solches System gedanklicher Operationen gelehrt bzw. erlernt werden, müssen diese gemäss dem didaktischen Prinzip des operatorischen Durcharbeitens (Aebli, 1963, 1983) zunächst einzeln durchgespielt werden. Wo das - wie bei diesem Exponat - nicht konkret geht, sollte es wenigstens durch schematische Darstellungen unterstützt werden. Wo auch das fehlt - wie im Technorama-Begleittext zu diesem Experiment - muss die lernende Person die erwähnten Zusammenhänge alle im Kopf ergänzen, aufgrund von Vorwissen und/oder aktiven Erschliessens. Diese Beurteilung des Exponates "Augenmodell" vor einem denkpsychologischen Hintergrund erklärt, warum es sich sogar für eine Gruppe von Universitätsstudierenden als so schwierig erwies. Sie bietet darüber hinaus eine mögliche Deutung der oben berichteten Tatsache, dass das Exponat umso besser gefiel, je näher der Denkstil der beurteilenden Person beim "Denker"- Pol lag. Die "DenkerInnen" neigen ja laut Kolb zur abstrahierenden und theoriebezogenen Betrachtung eines Phänomens - und genau das verlangt das Augenmodell, wie dargelegt, in hohem Masse.

Sytematik und Gründlichkeit gegen Spiel und Spass?

Im Proseminar wurde also am Augenmodell einerseits ein Systematik-Defizit beklagt. (In diesem Zusammenhang wurde auch das Technorama-Motto "Man hört und vergisst - man sieht und erinnert sich - man tut und versteht" als zu undifferenziert kritisiert, denn gerade am Augenmodell führt das Tun ja nicht automatisch zum Verstehen, insofern es zu wenig theoriegeleitet erfolgt.) Andererseits wirkte aber gerade dieses Exponat auf mehrere Studierende vergleichsweise unattraktiv oder sogar einschüchternd, weil "schulischer" und "komplizierter" als viele andere. Stellt dieses Exponat einen Kompromiss zwischen Spiel und systematischem Lernen dar, welcher nun nach keiner der beiden Seiten mehr richtig glücklich macht? Dem ist nicht ganz so. Die Erlebnisberichte der Studierenden belegen, dass einige im spielerischen Sinne (z.B. Scharfstellen des Bildes mittels der Spritze) und einige andere im Sinne gründlichen Verstehens (vgl. das in Tab.1 zitierte Aha-Erlebnis) Freude am Augenmodell hatten.

Ähnliches schien uns bezüglich des gesamten Exponate-Arsenals im Technorama zu gelten. Um es salopp zu sagen: Während gewisse Exponate eher zu einem "Aha-Erlebnis" einladen, versprechen andere eher ein "Oha-Erlebnis" (im Sinne des Zum-Funktionieren-bringen-könnens und dadurch ausgelöster überraschender und eindrücklicher Effekte), während bei vielen wohl je nach Interessenlage, Vorwissen und Lernstil das Erleben entweder in die eine oder in die andere Richtung gehen kann. Nach Aussage ihrer Promotoren wollen Science Centers explizit beides bieten. Sie stehen zur Faszination, welche im persönlichen Produzieren eines experimentellen Effektes liegt, aber sie haben explizit auch die gedankliche Faszination im Blick - so etwa, wenn der Direktor des Technoramas in seinem Vortrag vom April 1997 am Pädagogischen Institut (vgl. Besio, in diesem Heft) folgenden Ausspruch des "Exploratory" - Gründers Richard Gregory zitiert: "Fun is not party hats and streamers. It is mental fireworks. It means that fun is not a formula for popularity, thinking of things kids would like, but a formula for intellectual quality."

Natürlich fragen Pädagogen (sich) besorgt, ob in der Technorama-Praxis nicht häufig doch der oberflächlichere und kurzatmigere Spass dominiere. Eine entsprechende Neigung beobachtete eine Teilnehmerin an sich selber: Nachdem es ihr am Augenmodell soeben gelungen war, das Abbild des Leuchtbuchstabens P scharf auf die Netzhaut zu bekommen, ging ihr laut ihrem Protokoll folgendes durch den Kopf: "Nun habe ich verstanden, wie der Versuch funktioniert und erfreue mich am verkehrten P, das auf der Netzhaut abgebildet wird und je nach Krümmung der Linse scharf oder unscharf erscheint. Die Versuchung, hier das Exponat zu verlassen, ist gross. Da ich aber mit einem bestimmten Auftrag hier bin, überwinde ich meine Bequemlichkeit und beginne mich genauer mit dem Exponat auseinanderzusetzen." Erst nach diesem inneren Ruck ging sie dann am Exponat die Frage an, worin Kurz- bzw. Weitsichtigkeit nun eigentlich bestehe. Auf dem Hintergrund solcher eigener Erfahrungen fanden die Empfehlungen des Physikdidaktikers Fiesser (vgl. Fiesser, 1996), die im Proseminar ebenfalls zur Kenntnis genommen wurden, guten Anklang. Er hatte bei Schulklassenbesuchen im von ihm aufgebauten Science Center "Phänomente" in Flensburg mit einer Mischung von Freilassen und Vertiefungsauftrag gute Erfahrungen gemacht. Zum Beispiel: Die SchülerInnen sollen zunächst während einer

Stunde alles ansehen und alles ausprobieren dürfen und wählen dann ein Exponat für eine mindestens halbstündige Vertiefung aus - eine Kombination schulischen Gründlichkeitsanspruches mit den Stärken des Science Centers, nämlich mit Wahlfreiheit, Spielen, Erkunden, Anmutenlassen in einer Vielfalt von Experimentierstationen, wie Schulen sie selber nicht bieten können. Andere Kombinationsmöglichkeiten finden sich in Fischer (1998). Möge das Technorama der Schweiz in diesem Sinne Schule machen!

Literatur

- Aebli, H. (1963). *Psychologische Didaktik*. Stuttgart: Klett.
- Aebli, H. (1983). *Zwölf Grundformen des Lehrens*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Bakker, A. & Huizing R. (1991). *Lernstile in Ausbildungsgruppen*. Luzern: Akademie für Erwachsenenbildung, Bericht Nr.4.
- Duncker, K. (1974). *Zur Psychologie des produktiven Denkens*. Berlin: Springer (Original 1935).
- Fiesser, L. (1996). Lernen in Science-Zentren. *Naturwissenschaften im Unterricht - Physik*, 44(4), 7-36.
- Fischer, M. (1998). Anstiftung zum Denken - im Technorama. *SLZ*, 9, 10-13.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. New Jersey: Prentice Hall.
- Sadler-Smith, E. (1997). "Learning Stile": Frameworks and Instruments. *Educational Psychology*, 17 (1&2), 51-64.
- Veronica, M. & Lawrence, M. (1997). Secondary School Teachers and Learning Styles Preferences: Action or Watching in the Classroom? *Educational Psychology*, 17 (1&2), 157-178.