

Einleitung

Lange Jahre hat sich die Chemiedidaktik in Deutschland auf schulischen Unterricht konzentriert: Standen bis in die 90er-Jahre des letzten Jahrhunderts hauptsächlich schulische Themen im Vordergrund (Becker 2003, S. 347), rücken in der heutigen Zeit zunehmend Themen aus außerschulischen Bildungsbereichen in den Mittelpunkt. So widmete sich die GDCP-Jahrestagung 2002 hauptsächlich den außerschulischen Bildungseinrichtungen und damit den Prinzipien des informellen Lernens (vgl. Pitton). Ebenso findet in der Literatur eine Hinwendung zu diesen Themenbereichen statt. So konzentriert sich die Fachzeitschrift „Praxis der Naturwissenschaften“ in der 8. Ausgabe im Jahr 2002 auf den Erfahrungsaustausch der erst im letzten Jahrzehnt gegründeten Mitmachlabore, die hauptsächlich an Universitäten angesiedelt sind. Das Ziel dieser Einrichtungen besteht darin, Schulen an einem Vormittag ein lehrreiches außerschulisches Angebot bereitzustellen (Heinzerling, Latzel). Die Mitmachlabore bieten Lehrern¹ Möglichkeiten, mit den Schülern Experimente durchzuführen, die z.T. aufgrund sozio-ökonomischer Aspekte in manchen Schulen nicht möglich sind. Die dokumentierten Erfolge dieser Einrichtungen sprechen für sich: Während Chemie in der Schule immer noch als unbeliebtes Fach gilt (Höner, Greiwe), zeigen Studien, die z.B. an dem *teuto-lab* der Universität Bielefeld durchgeführt werden, dass die interaktive Auseinandersetzung mit chemischen Inhalten von den Schülern positiv aufgenommen wird (Brandt u.a., S. 78 ff.). Diese Erkenntnisse werden insbesondere nach dem nur durchschnittlichen Abschneiden der deutschen Schüler bei den internationalen Vergleichstudien wie TIMSS, PISA und IGLU-E als richtungweisende Chancen gesehen, um Empfehlungen für einen noch stärker experimentell ausgerichteten und offeneren Unterricht auszusprechen, wenngleich über die kognitiven Lernerfolge in den Mitmachlaboren noch wenig bekannt ist.

Außerschulische Lernorte sind allerdings nicht nur, wie es für die Mitmachlabore hauptsächlich gilt, für Schüler zugänglich. Zum Beispiel richten sich Museen an die breite Bevölkerung und laden die Besucher ein, sich in ihrer Freizeit mit unterschiedlichen Themen auseinanderzusetzen und sich hierdurch weiterzubilden. Außerschulisches

¹ Im Rahmen dieser Arbeit wird darauf, soweit möglich, verzichtet, zwischen feminina und maskulina zu „unterscheiden“ (z.B. Lehrerinnen/Lehrer). Aufgrund der kürzeren Schreibweise wurde als Form das Maskulinum gewählt, was jedoch keine Rückschlüsse auf die geschlechtliche Unterscheidung erlaubt.

Lernen ist allerdings noch weiter zu fassen, so ist es nicht nur an institutionelle außerschulische Lernorte geknüpft, sondern findet jederzeit an jedem Ort statt. Experten schätzen, dass 70% unseres Wissens außerhalb der Schule erworben wird (Robes). Cross schätzt diesen Anteil sogar auf 80% (Cross). Neben unbewussten Lernvorgängen ist die bewusste zielgerichtete Aufmerksamkeit auf bestimmte autonom ausgesuchte Inhalte dafür verantwortlich. Dabei ist das Spektrum an ausgesuchten Inhalten breit und umfasst auch naturwissenschaftliche Themen und damit auch die Chemie. Um sich in diese Themen zu vertiefen, stehen Medien wie Bücher, Zeitschriften, Radio, Fernseher, Hörkassetten, Multimedia, Internet, Museen oder auch Experimentierkästen zur Verfügung.

Als eines der stärksten Medien gilt in diesem Zusammenhang das Fernsehen: Im Durchschnitt wurde pro Tag im Jahr 2003 in Deutschland 203 Minuten ferngesehen, wobei die Sehdauer ab 1992 (158 Minuten) kontinuierlich gestiegen ist. Dabei ist zu beobachten, dass die Sehdauer mit dem Alter wächst (3-13-jährige: 93 Minuten, ab 65 Jahre: 278 Minuten) (BR-online). Dennoch nimmt gerade bei Klein- und Vorschulkindern das Fernsehen eine außerordentliche Rolle ein: 64% dieser Altersstufe nutzen das Medium regelmäßig (täglich/fast täglich) (Feierabend, Mohr, S. 453 ff.). Kuchenbuch und Simon gehen bei 6-7-jährigen sogar von einer regelmäßigen Nutzung von 98% aus und zeigen, dass die Sehdauer pro Tag bis zum dreizehnten Lebensjahr wächst (Kuchenbuch, Simon, S. 441 ff.).² Dabei nehmen Wissenssendungen wie „Löwenzahn“, „Sendung mit der Maus“, „Wissen macht Ah“ und „Pur“, die alle naturwissenschaftliche Themen in ihr Konzept integriert haben, sowohl bei 6-9-jährigen als auch bei 10-13-jährigen mit insgesamt 83% Nutzungshäufigkeit knapp hinter den Zeichentrickserien (87%) eine dominante Rolle ein, wobei sich die 6-9-jährigen mit einem Anteil von 90% diese Sendungen am häufigsten anschauen (Frey-Vor, Schumacher, S. 426 ff.).³

Diese Zahlen machen deutlich, was noch vor zehn Jahren unterschätzt wurde, aber zunehmend in der jüngsten Zeit sowohl öffentlichkeitswirksames als auch bildungspolitisches Interesse findet: Kinder besitzen ein offensichtlich sehr großes Bedürfnis, sich mit

² Weitere Studien zeigen aber auch, dass Eltern zu 89% das Medium Fernsehen als sehr wichtig bzw. wichtig einstufen. Alle anderen untersuchten Medien schneiden schlechter ab: Zeitung (86%), Radio (81%), Zeitschriften (70%), Bücher (62%), Computer (48%), Internet (42%) (Feierabend, Mohr, S. 454).

³ Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang die „Sendung mit der Maus“, zu der in einer Studie 89% von 2069 befragten Kindern angaben, diese Sendung schon einmal gesehen zu haben. Zum Vergleich: Löwenzahn (84%), Wissen macht Ah! (54%), Pur (47%) (Frey-Vor; Schumacher, S. 436).

den Themen der unbelebten Natur kognitiv auseinanderzusetzen. Belegt wird diese Tatsache durch empirische Forschungsarbeiten, die zeigen, dass Vorschulkinder nicht nur ein sehr großes Interesse an Themen zur unbelebten Natur zeigen, sondern auch hohe Erinnerungsleistungen im Verständnis kindgerecht aufbereiteter Inhalte aufweisen. Wird Kindern die Möglichkeit gegeben, sich mit naturwissenschaftlichen Themen experimentell und damit interaktiv auseinanderzusetzen, dann können sie sich noch nach Monaten an die altersgerecht angemessene Deutung erinnern (Lück 2000, S. 160 ff.). Diese aus affektiver und kognitiver Sicht positiven Forschungsergebnisse können erklären, warum in einer breit angelegten Studie Studienanfänger im Studiengang Diplom-Chemie zu 22% angaben, sich aufgrund Erfahrungen aus der Vorschule für das Studienfach Chemie entschieden zu haben.⁴ Außerschulische Erfahrungen aus der Vorschule üben demnach einen erheblichen Einfluss auf die nachhaltige Persönlichkeitsentwicklung und Interessenbildung aus. Gleichzeitig zeigt diese Studie aber auch, dass der Einfluss im Grundschulalter mit jeweils 3% im schulischen und außerschulischen Bereich verschwindend gering ist (Lück 2002a, S. 49).

Ursache kann jedoch nicht mangelndes Interesse der Kinder sein, wie das Fernsehverhalten zeigt, sondern das mangelnde Angebot sowohl im schulischen als auch im außerschulischen Kontext. Eine im Jahr 2003 durchgeführte Lehrplananalyse aus allen 16 Bundesländern zeigt, dass im Anfangsunterricht Themen zur Physik und Chemie mit zusammengenommen 6,4% deutlich unterrepräsentiert sind (Risch, Lück, S. 64). Mögliche Gründe können u.a. mangelnde Kenntnis über die Interessenbildung bei Grundschulern sein. So bemängeln Prenzel, Lankes und Minsel in einer zusammenfassenden Darstellung über Untersuchungen zu Interessen bei Kindern im Grundschulalter: „*Es fehlen somit bis heute einigermaßen aussagekräftige Surveydaten zu Interessen im Grundschulalter.*“ (Prenzel u.a., S. 21). Außerschulische Lernorte können und sollen dieses Defizit an Themen zur unbelebten Natur in der Grundschule nicht ausgleichen. Hier gilt es, neueste entwicklungspsychologische Ansätze sowie empirische Forschungsergebnisse bei der Umsetzung neuer Lehrpläne zu berücksichtigen, wobei die hohe Akzeptanz von naturwissenschaftlichen Museen wichtige Orientierungspunkte zur Stärkung der Bedeutung naturwissenschaftlicher Themen darstellen. Parallel zu den

⁴ In dieser Studie wurden die Bewerbungsschreiben für ein Stipendium ausgewertet, in denen die Studienanfänger ihre Studienwahl begründen sollten.

Grundschulen bieten diese Einrichtungen den Kindern ein reichhaltiges Angebot an naturwissenschaftlichen Themen an.

Naturwissenschaftliche Museen, die den Besuchern die Möglichkeit bieten, sich interaktiv mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen auseinanderzusetzen, werden „neu-deutsch“ Science Center genannt. Diese Museumsgattung ist Ende der 60er-Jahre in Amerika und Kanada aus herkömmlichen naturwissenschaftlichen Museen entstanden und verbreitete sich ab dieser Zeit aufgrund der enormen Öffentlichkeitswirksamkeit im nordamerikanischen Raum explosionsartig. Heutzutage zählt man mehr als 400 Einrichtungen allein in Nordamerika (Persson, S. 5). Alle anderen Kontinente stehen hinter dieser Entwicklung zurück, wenngleich festgestellt werden kann, dass es zurzeit weltweit eine Bewegung vieler Initiativen zur Gründung neuer Einrichtungen gibt, da man den Wert dieser außerschulischen Bildungsorte allmählich zu schätzen weiß. Die Vorreiterrolle nimmt aus einer traditionellen Bindung zu amerikanischen Einrichtungen Großbritannien ein. Aber auch hierzulande kann, nachdem das *Deutsche Museum* in München, das *Deutsche Hygiene Museum* in Dresden und sehr viel später das *Spectrum* in Berlin lange Zeit als einzige Science Center galten, eine positive Entwicklung in Richtung vieler Neugründungen beobachtet werden. Mittlerweile zählt man rund ein Dutzend größere Einrichtungen und 20 Initiativen für Neugründungen (Willmann).

Themenfelder dieser Science Center sind zu größten Teilen den wissenschaftlichen Disziplinen Physik, Technik und Biologie zuzuordnen. Chemische Themen hingegen sind stark unterrepräsentiert und konnten in der zurückliegenden Zeit den Besuchern nur vereinzelt als interaktive Exponate angeboten werden. Allgemein erfreuen sich die Science Center großer Beliebtheit, die durch die hohen Besucherzahlen aber auch aus dem Interesse der Printmedien auf allen Ebenen dokumentiert werden kann: Berichte in lokalen Tageszeitungen wie die *Neue Westfälische* (Frühauf 2002) oder das *Westfalenblatt* (2002), überregionale Zeitungen wie die *Süddeutsche Zeitung* (Valentin 2004), Wochenzeitungen wie die *Welt am Sonntag* (Brünjes 2003) oder das Boulevardblatt *Bild am Sonntag* (2002), Politmagazine wie der *Spiegel* (Thimm 2003), Journale wie der *Stern* (Herb, Kapitza 2003), populärwissenschaftliche Zeitschriften wie *Geo* (Haltmeyer 1999), Zeitschriften zu Werbungszwecken wie das monatlich erscheinende Journal *DB mobil* der Deutschen Bundesbahn (von Klot 2003) aber auch fachdidaktische Zeitschriften wie beispielsweise *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik* (Berge

2003) oder *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht* (Ralle 2002) bewerten Science Center ausnahmslos positiv.⁵

Insgesamt muss aber auch festgestellt werden, dass trotz des hohen öffentlichen Interesses nur wenig über den pädagogischen Wert dieser Einrichtungen bekannt ist. Hauptsächlich die ASTC als amerikanischer Dachverband stellt zu diesen Forschungsfragen Literatur zur Verfügung (vgl. Kap. 1.2.1.1). Oft werden hier aber nur affektive Effekte von Museen untersucht. Die kognitive Ebene wird überwiegend in Voruntersuchungen bei der Entwicklung von Exponaten analysiert, um Ausstellungen möglichst dicht am kognitiven Niveau der Besucher zu gestalten (vgl. Kap. 4.1). Diamond untersucht Behaltensleistungen im Science Center *Exploratorium* schon seit 1986 (Kiupel 1999) und kommt zu positiven Erinnerungsleistungen, wenn die Besucher sich mit den Exponaten interaktiv auseinandersetzen (Diamond). In Deutschland ist auf diesem Forschungsgebiet das Science Center *Phänomenta* in Flensburg zu nennen. Eine Forschergruppe um Fiesser, die maßgeblichen Anteil an der Gründung der *Phänomenta* hatte, führt Evaluationen durch, die die Aufenthaltsdauer an den einzelnen Exponaten misst, um so auf die affektive Ebene aber auch auf die Tiefe der interaktiven Auseinandersetzung zu schließen (Kiupel 1999). Schenzer und Schließmann versuchen zudem den Computer als Medium noch stärker in die Handlungsabläufe mit einzubeziehen und berücksichtigen dabei auch chemische Exponate (Schließmann, Schenzer, S. 87 ff.). Insgesamt ist allerdings festzustellen, dass sowohl national als auch international Untersuchungen zur kognitiven Ebene noch selten Berücksichtigung finden und hauptsächlich in Amerika durchgeführt werden.

Zusammenfassend kann damit geschlussfolgert werden:

- Informelles Lernen in außerschulischen Einrichtungen nimmt in jüngster Zeit einen hohen Stellenwert in der didaktischen Diskussion ein. Dennoch liegen nur wenige Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des informellen Lernens vor, die kognitive Aspekte berücksichtigen.
- Kinder im Vor- und Grundschulalter zeigen ein generell hohes Interesse an Themen zur unbelebten Natur.
- Science Center werden auch hierzulande zunehmend als unverzichtbare außerschulische Bildungsorte verstanden, aber sie integrieren die naturwissenschaftliche Disziplin Chemie noch zu selten.

⁵ Artikel, denen kein Autor entnommen werden konnte, sind im Literaturverzeichnis unter dem entsprechenden Zeitungsnamen aufgeführt.

Mit der vorliegenden Arbeit „Chemische Exponate für Kinder in Science Centern“ wird deshalb versucht, dem Defizit an chemischen Exponaten in Science Centern entgegenzuwirken und mit 7-8-jährigen Kindern eine Zielgruppe zu berücksichtigen, deren Bedürfnis nach chemischen Experimenten enorm hoch ist. Hierzu werden chemische Experimente unter den Voraussetzungen des informellen Lernens implementiert.

Aufbau der Arbeit

Museen entstanden ursprünglich aus Sammlungen. Die historische Entwicklung der Museumskonzepte zeigt, wie dem öffentlichen Interesse nach Bildung zunehmend entgegengekommen wurde und somit die öffentliche Akzeptanz eine immer bedeutendere Rolle in der Legitimation dieser außerschulischen Lernorte einnahm. Kapitel 1 dieser Arbeit ist daher dieser Entwicklung bis zu den heutigen Science Centern gewidmet.

Um 1900 konnten die ersten interaktiven Exponate in Berlin und München gefeiert und bewundert werden. Die Idee wurde jedoch nur vereinzelt in anderen Einrichtungen aufgenommen. Es dauerte mehr als ein halbes Jahrhundert, bis Oppenheimer die Idee der Interaktivität 1969 erfolgreich wieder aufgriff. Er machte sie zum obersten Prinzip und setzte sich damit von den ursprünglichen Museen so weit ab, dass ein neuer Begriff für diesen Museumstyp geprägt wurde: Science Center. Mittlerweile kann auf eine 35-jährige Entwicklung dieser Einrichtungen zurückgeblickt werden, die mit weltweit mehr als 1400 Häusern dieser Art wie eine Erfolgsgeschichte aussieht, aber auch einen weiteren Aspekt unserer Gesellschaft aufzeigt: Finanzielle Aspekte, die stark an Besucherzahlen geknüpft sind. Diese rücken immer stärker in den Vordergrund und müssen sorgfältig beachtet werden, wie das in diesem Jahr für gerade einmal ein halbes Jahr existierende, mit über 500 Millionen Euro Investitionssumme gestartete, Bremer *Space Center* zeigt (Space Center: Homepage).

Finanzielle Aspekte können Ursachen sein für eine Auslese an Themenfeldern in Science Centern. Physikalische wie z.B. mechanische Phänomene sind durch Exponate schnell gezeigt; hier ist nur eine erste Finanzierung und im weiteren eine Instandhaltung notwendig. Chemische Experimente sind in der Regel aufwändiger und führen durch erhöhten Personalaufwand und Verbrauchsmaterial zu höheren laufenden Kosten. In Kapitel 2 wird daher eine Sachstandsanalyse vorgestellt, die die wissenschaftlichen Disziplinen in Science Centern quantitativ erfasst und insbesondere auf die chemischen Themenfelder, die angeboten werden, eingeht.

Die für die Zielgruppe von 7-8-jährigen Kindern im Laufe dieser Arbeit nach Kriterien entwickelten chemischen Experimente werden anschließend in Kapitel 3 vorgestellt. Neben Sachanalysen werden didaktische Zielsetzungen zu den insgesamt 21 ausgewählten Experimenten erläutert. Die Deutungstiefe der einzelnen Experimente wird dem zu erwartenden kognitiven Niveau der Kinder angepasst, wobei Kriterien der didaktischen Reduktion, deren Grundlagen vorangestellt sind, berücksichtigt werden.

Im Anschluss wird in Kapitel 4 auf die Legitimation einer Evaluierung der Experimente eingegangen und die Wahl der Untersuchungsmethode begründet. Grundlage der Evaluierung sind Methoden der qualitativen Sozialforschung. Die Experimente werden unter Science Center-ähnlichen Bedingungen von Grundschulern in einer Vor- und Hauptuntersuchung getestet und insbesondere hinsichtlich ihrer Eignung, affektive und kognitive Lernziele zu erfüllen, geprüft. Während die affektive Ebene während der unmittelbaren Experimentierphase durch prozentuale freiwillige Teilnahme der Kinder analysiert wird, liegt der Überprüfung der kognitiven Ebene ein Verfahren durch problemzentrierte Einzelinterviews zugrunde.

Auswertungsverfahren und Ergebnisse werden in Kapitel 5 dargestellt und diskutiert. Der Schwerpunkt liegt hier insbesondere in der Analyse der kognitiven Ebene, in der die Experimente, die für die Hauptevaluation zugelassen wurden, unter diesem Gesichtspunkt einzeln diskutiert werden. Dabei wird die Erinnerungsfähigkeit auf den Ebenen Durchführung, Beobachtung und Deutung differenziert dargestellt, wobei gerade die Deutung und damit das Verständnis naturwissenschaftlicher Ideen, das mit den Exponaten vermittelt werden soll, im Vordergrund steht.

Eine Implementierung chemischer Exponate für Science Center kann einen Beitrag dazu leisten, chemische Experimente in diesen außerschulischen Lernorten zu etablieren. Implementierungen eignen sich aber auch, um neue Fragestellungen während der Untersuchung zu generieren. Daher werden im abschließenden Kapitel 6 einige offene Fragestellungen, die sich während der Evaluation ergaben und zudem Aspekte, die nicht berücksichtigt werden konnten und ebenfalls Ausgangspunkt weiterer Studien sein können, vorgestellt.