

Denkpfade von Lernern mit didaktisch rekonstruierten Lernangeboten

Tanja Riemeier

Zentrum für Didaktik der Natur- und Sozialwissenschaften, Universität Hannover,
riemeier@erz.uni-hannover.de

Zusammenfassung

Die Optimierung von Biologieunterricht wird als eine der zentralen Aufgaben der Biologiedidaktik angesehen. Für empirische Entwicklungsarbeiten mit dieser Zielsetzung bietet das Modell der Didaktischen Rekonstruktion einen Forschungsrahmen. In diesem Modell werden Lernervorstellungen und kritisch analysierte fachliche Konzepte systematisch in Beziehung gesetzt, um Lernangebote zu konstruieren. Ziel des Forschungsvorhabens ist eine theoriegeleitete, empirische Untersuchung der Wirkung didaktisch rekonstruierter Lernangebote in Vermittlungssituationen. Hierzu werden mithilfe von Vermittlungsexperimenten Denkpfade von Lernern mit didaktisch rekonstruierten Lernangeboten zur Zelle erfasst und auf der Grundlage der Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens analysiert. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Bezugnahme auf grundlegende Erfahrungen der Schüler für die Entwicklung fachlicher Vorstellungen hilfreich ist.

Abstract

Improving the learning and teaching of biology is one main aim of biology education. Using both the framework of "Educational Reconstruction" and the "Theory of Experiential Realism" the teaching of biological topics and the learning of these topics can be structured and investigated. The framework of Educational Reconstruction is used to relate students' conceptions to those of scientists' in order to plan instruction, which is based on theory and evidence. The research project aims to study the effects of such carefully planned instructions on students' learning processes in the topic of cell theory. Students' "pathways of thinking" and their conceptual change, which occurred during instruction, were investigated on the basis of the theory of Experiential Realism. Outcomes demonstrate that the focus on students' embodied experiences has a large impact on their learning of scientific concepts.

1 Einleitung

Lebewesen besitzen die Fähigkeit zu wachsen. Die Voraussetzung hierfür sind Zellen und deren Teilungs- und Wachstumsprozesse. Erhebungen zu den Lernervorstellungen von der Zelle zeigen, dass es einem Biologieunterricht häufig nicht gelingt, das biologische Verständnis dieser Inhalte zu vermitteln (z. B. ZAMORA & GUERRA, 1993; LEWIS et al., 2000). Auf der Suche nach Vermittlungswegen, mit denen die wissenschaftlichen Vorstellungen von den Strukturen und Prozessen des Mikrokosmos' in den Köpfen der Lerner etabliert werden können, sollen didaktisch rekonstruierte Lernangebote einen entscheidenden Beitrag leisten. Eine empirische Untersuchung von didaktisch rekonstruierten Lernangeboten zur Zelle wird vorgestellt.

2 Theoretischer Rahmen

Die Untersuchung basiert insgesamt auf drei verschiedenen Theorien:

a) *Konstruktivistische Sichtweise vom Lernen:*

Im Sinne eines moderaten Konstruktivismus' wird der Lerner als ein aktives, selbstgesteuertes und selbstreflexives Subjekt in den Mittelpunkt des Vermittlungsprozesses gestellt (GERSTENMAIER & MANDL, 1995,). Lernen wird demnach als ein aktiver Prozess des Lerners angesehen, wobei es zur Entwicklung, Veränderung oder Reorganisation von Vorstellungen kommt. Ausgangspunkt sind hierfür Vorstellungen der Lerner, die sich aufgrund vielfältiger Erfahrungen bereits vor dem eigentlichen Lernprozess gebildet haben.

b) *Conceptual change-Theorie:*

Der Theorie von POSNER et al. (1982, 1992) folgend wird die Vorstellungsänderung des Lerners als Ziel eines Vermittlungsprozesses gesehen. Allerdings wird unter einem Konzeptwechsel nicht das Ersetzen der Lernervorstellung durch die fachwissenschaftlichen Vorstellungen verstanden. Vielmehr soll den Lernern durch die didaktisch rekonstruierten Lernangebote eine kontextbezogene Anwendung der unterschiedlichen Vorstellungen ermöglicht werden. In diesem Sinne bedeutet Lernen eine Strukturierung von bereits verfügbaren (oft lebensweltlich orientierten) und von neu konstruierten fachwissenschaftlichen Vorstellungen. Voraussetzung hierfür ist eine Reflexion der eigenen Vorstellungen, d. h. eine metakognitive Perspektive auf den eigenen Lernprozess.

c) *Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens:*

Das Verhältnis von Erfahrungen, Sprache und Denken steht im Zentrum der Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens (LAKOFF & JOHNSON 1980; LA-

KOFF 1987; GROPENGLIEBER 2003). Der Theorie zufolge ist es möglich durch die Sprache auf unsere Kognitionen zu schließen. Die Sprache ist metaphorisch gesprochen ein Fenster auf unser Denken. Die Wurzeln unserer Kognitionen gründen wiederum auf grundlegenden Erfahrungen, die aus der Wechselwirkung des Individuums mit der Umwelt entstehen. Aus diesen Erfahrungen erwachsen in unserem kognitiven Kern Vorstellungen, die direkt für uns verständlich sind. Dies sind z.B. Vorstellungen von oben und unten, innen und außen usw. Erfahrungen sind demnach die Grundlage unserer Kognitionen. Daneben gibt es Bereiche, in denen wir noch keine Erfahrungen gemacht, aber trotzdem bestimmte Vorstellungen entwickelt haben. Hierbei werden Vorstellungen aus dem kognitiven Kern auf diese Bereiche übertragen, um (indirektes) Verständnis zu erlangen. Dies führt häufig dazu, dass unsere Vorstellungen nicht mit fachlichen Vorstellungen übereinstimmen. Aus theoretischer Sicht basiert unser Verständnis entweder auf direkter Erfahrung und den darin entwickelten Vorstellungen oder auf grundlegenden Erfahrungen mit darin entwickelten Vorstellungen, die metaphorisch auf den Zielbereich übertragen werden. Metaphern sind danach mehr als ein Aspekt der Sprache. Vielmehr ist auch unser Denken metaphorisch strukturiert. Die Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens bietet einen theoretisch fundierten Zugang zur Kognition über die Sprache. Darüber hinaus ermöglicht sie eine Analyse von Vorstellungen, deren Ergebnisse für die Entwicklung von Lernangeboten zur Vorstellungsänderung genutzt werden können.

3 Forschungsfragen und Hypothesen

Für die Untersuchung ergeben sich im Zusammenhang mit dem beschriebenen theoretischen Rahmen folgende Untersuchungsfragen:

- Lassen sich Vorstellungen von Lernern mit didaktisch rekonstruierten Lernangeboten beeinflussen?
- Findet mithilfe von didaktisch rekonstruierten Lernangeboten ein Lernen fachwissenschaftlicher Inhalte statt?
- Eignet sich die Methode des Vermittlungsexperiments um Vorstellungsänderungen untersuchen zu können?

Folgende Haupthypothesen lassen sich ableiten:

- Mithilfe der didaktisch rekonstruierten Lernangebote zur Zelle kann eine Vorstellungsänderung und ein Lernen fachwissenschaftlicher Inhalte erreicht werden.
- Durch die Möglichkeit der Schüler-Schüler-Interaktionen bei gleichzeitig überschaubaren Kommunikationswegen ist das Vermittlungsexperiment eine geeignete Methode zur Untersuchung von Lehr-Lern-Situationen.

4 Forschungsdesign und Methodik

Untersuchungsaufgaben im Modell der Didaktischen Rekonstruktion

Dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion (KATTMANN et al. 1997) folgend wurden sowohl die Vorstellungen von Fachwissenschaftlern (Untersuchungsaufgabe „Fachliche Klärung“) als auch die Lernervorstellungen (Untersuchungsaufgabe „Erfassen der Lernerperspektiven“) von der Zelle analysiert. Dabei wurde die Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens genutzt, um Verständnis an die Aussagen heranzutragen. Hierzu wurden Worte und sprachliche Ausdrücke, die sich im Rahmen der Untersuchung als bedeutungstragend erwiesen haben, kognitionslinguistisch untersucht (GROPENGIEBER 1999). Die Ergebnisse dieser Untersuchungsaufgaben wurden innerhalb der „Didaktischen Strukturierung“ zueinander in Beziehung gesetzt mit dem Ziel, Lernangebote zur Zelle zu entwickeln. Die empirische Evaluation dieser Lernangebote erfolgte mit fünf Lernergruppen aus je drei Schülern der Klasse 9 in Vermittlungsexperimenten.

Vermittlungsexperimente

Die Gestaltung der Vermittlungsexperimente orientiert sich an dem Design des „teaching experiments“, wie es STEFFE & D’AMBROSIO (1996) für die Untersuchung von Lernprozessen innerhalb der Mathematikdidaktik vorschlagen. Die Methode ist prinzipiell eine Interviewtechnik, die an das klinische Interview von PIAGET angelehnt ist. Sie unterscheidet sich jedoch von diesem Interview durch Abschnitte, die der Lehr-Lernsituation dienen und so organisiert sind, dass die beteiligten Schüler mit erklärungsbedürftigen Experimenten und Phänomenen konfrontiert werden. Die Unterrichtssituation kann dabei jederzeit durch den Versuchsleiter zur Interviewsituation gewendet werden, um entwickelte Ideen, Erklärungsansätze oder Schwierigkeiten der Lerner zu erfassen. Das Design des Vermittlungsexperiments ermöglicht so einerseits die Erhebung von Lernervorstellungen, andererseits können Daten gesammelt werden, mit denen der jeweilige Lernprozess der Lerner untersucht werden kann. Im Ge-

gensatz zur Durchführung des „teaching experiments“ bei STEFFE & D’AMBROSIO (1996) mit einzelnen Probanden wurde in Anlehnung an WILBERS & DUIT (2001) in der Untersuchung ein Gruppendesign gewählt. Die dadurch ermöglichten Interaktionen zwischen den Lernern schaffen eine originäre Lernsituation, wobei im Gegensatz zur Klassensituation überschaubare Kommunikationswege entstehen. Dadurch wird eine Balance zwischen einer Unterrichts- und Laborsituation angestrebt, in der der Versuchsleiter nur an den Stellen eingreifen muss, in denen Arbeitsaufträge formuliert oder vertiefend nach Lernervorstellungen oder Verständnisschwierigkeiten gefragt werden muss. Die Vermittlungsexperimente wurden teilstrukturiert geplant und durchgeführt. Die Datenaufnahme erfolgte mithilfe digitaler Videotechnik, um eine eindeutige Sprecheridentifikation zu gewährleisten und über die verbale Sprache hinaus nonverbale Kommunikationselemente wie Gestik und Mimik dokumentieren zu können. Zur Auswertung der Videodaten wurde die qualitative Inhaltsanalyse (MAYRING 2000) herangezogen.

5 Ergebnisse

Mithilfe von Vermittlungsexperimenten konnten Vorstellungen von der Zelltheorie erhoben sowie deren Beeinflussung durch didaktisch rekonstruierte Lernangebote bei insgesamt 15 Schülern untersucht werden. Zur Dokumentation werden im Folgenden Denkpfade von Lernern mithilfe von Originalaussagen dargestellt. Dabei werden zunächst die Entwicklungen zweier didaktisch rekonstruierter Lernangebote aufgezeigt, um deren Sinn und Zielsetzung deutlich zu machen.

5.1 Vorstellungen von der Zellteilung

Entwicklung des Lernangebots

Die Untersuchungsaufgabe „Erfassen der Lernerperspektive“ zeigte, dass Lerner auch nach einer Vermittlung der Zellteilung über Vorstellungen verfügen, die dem fachwissenschaftlichen Verständnis nicht entsprechen (BRINSCHWITZ 2002). Lerner stellen sich beispielsweise vor, dass sich die Anzahl der Chromosomen mit jeder Zellteilung halbiert. Zellteilung wird hierbei verstanden als „Durchteilung“ der Zelle, wobei sich weder ein anschließendes Wachstum der entstandenen Zellen noch die Replikation des genetischen Materials vorgestellt wird.

Für die Entwicklung eines Lernangebotes, welches eine Vorstellungsänderung in diesem Bereich ermöglicht, wurde eine kognitionslinguistische Analyse

des Wortes »Teilung« durchgeführt. Deren Ergebnisse zeigen, dass wir aufgrund unserer lebensweltlichen Erfahrungen mindestens vier verschiedene Bedeutungen von Teilung denken können (Abb. 1). Teilt man z. B. einen Kuchen, ist die Anzahl der Kuchenstücke nach der Teilung größer als vorher. Teilung bedeutet in diesem Fall ein »*Mehr werden*« der Stücke. Die entstandenen Teile sind hierbei kleiner als der ungeteilte Kuchen. Dementsprechend können wir unter einer Teilung auch ein »*Kleiner werden*« denken. Die lebensweltliche Erfahrung der Aufteilung einer Menge wie z. B. einer Tüte Bonbons impliziert die Vorstellung eines »*Weniger werden*« durch den Teilungsvorgang. Die Anzahl der Süßigkeiten einer Portion ist weniger als diejenige der Gesamtmenge. Und schließlich können wir unter einer Teilung auch ein »*Kaputt gehen*« verstehen, nämlich dann, wenn Teilung das Zerteilen eines Gegenstandes wie einer Tasse bedeutet. Wir sehen die Tasse nach der Teilung als zerstört, als kaputt an.

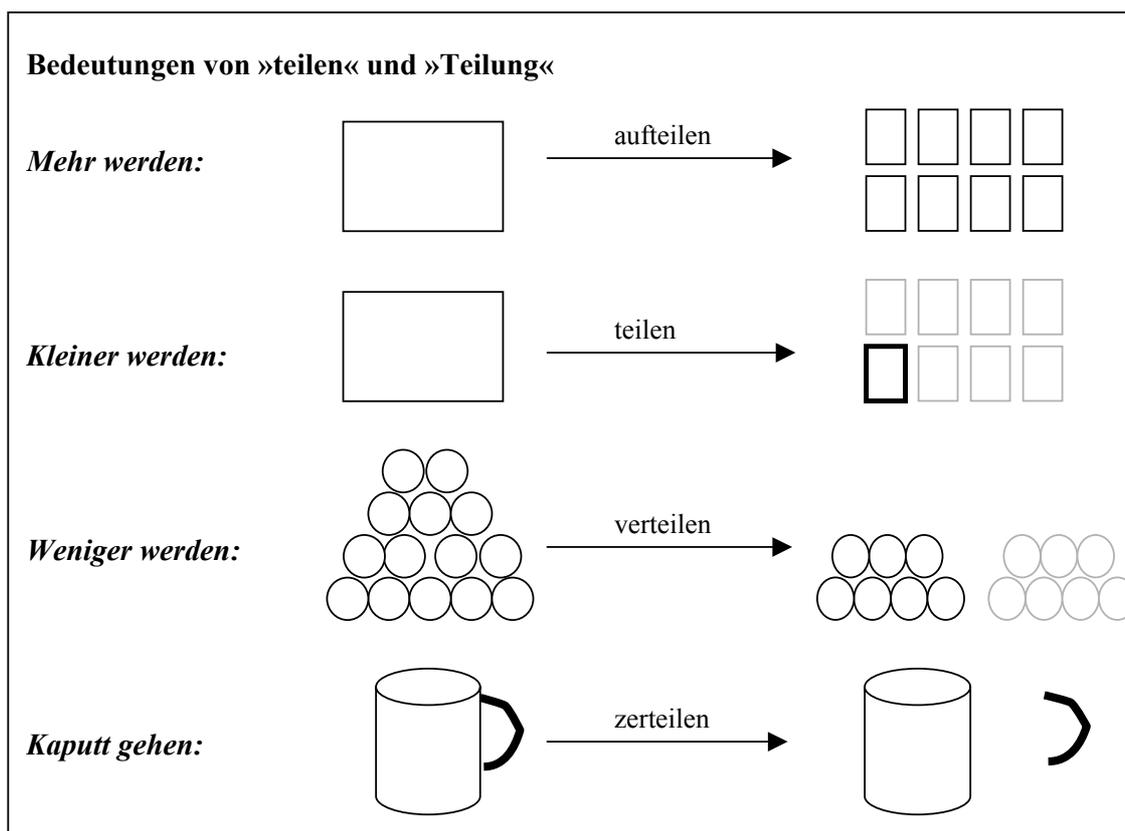


Abb. 1: Ergebnis der kognitionslinguistischen Analyse des Wortes »Teilung«.

Aufgrund unserer lebensweltlichen Erfahrungen verfügen wir demnach über verschiedene Vorstellungen von der Teilung, die wir in Abhängigkeit von dem zu teilenden Objekt unbewusst anwenden. Nach diesen Ergebnissen erscheint der Einsatz eines Lernangebots sinnvoll, welches die verschiedenen Bedeutungen der Teilung und explizit das »*Kleiner werden*« herausstellt. Hierdurch

könnte die Wachstumsphase nach einer Zellteilung als notwendig für das Wachstum von Vielzellern erkannt und damit eine Vorstellungsänderung erreicht werden. In den Vermittlungsexperimenten wurden die Lerner an geeigneten Stellen jeweils aufgefordert eine Tafel Schokolade zu teilen und die Veränderungen durch die Teilung zu beschreiben.

Überprüfung des didaktisch-rekonstruierten Lernangebots

In Kasten 1 sind die Originalaussagen von drei Lernern eines Vermittlungsexperiments vor, bei und nach dem Einsatz des Lernangebotes »Schokolade teilen« wiedergegeben. Es handelte sich dabei um Schülerinnen der 9. Jahrgangsstufe, die das Zellkonzept, nicht aber die Zellteilung, im bisherigen Biologieunterricht vermittelt bekommen hatten.

Vor dem Einsatz des didaktisch rekonstruierten Lernangebots

- Lisa: „Die Vermehrung von Zellen kann durch Zellteilung passieren.“
- Ute: „Teilen [deutet mit ihren Händen eine Durchtrennung an] kann zur Vermehrung von Zellen führen.“
- Sarah: „Zellteilung sieht man doch immer bei diesen Filmen in Sexualkunde. Dann ist da eine Zelle, dann teilt sie sich, dann sind das zwei, dann teilen sie sich noch mal, dann sind es vier, und dann teilen teilt sie sich noch mal, dann sind es acht und irgendwann haben sie sich so oft geteilt, dass da ein Baby entsteht.“
- Lisa: „Genauso, das habe ich auch gedacht.“

Bei und nach dem Einsatz des didaktisch rekonstruierten Lernangebots »Schokolade teilen«

- Sarah: „Die Anzahl hat sich durch das Teilen verändert.“
- Ute: „Es werden mehr Teile, aber [...] es ist ja immer noch Schokolade.“
- Lisa: „Das Gewicht bleibt gleich und die Teile sehen vollkommen identisch aus.“
- Sarah: „Aber wenn das jetzt bei der Zelle wäre, dann würde das ja gar nichts bringen, weil dann wäre es ja genauso groß. Ich glaube, die teilt sich nicht in dem Sinne, dass sie kleiner wird, sondern dass es dann zwei gleich große sind.“
- Lisa: „Ja, genau. Wenn sich die Zelle immer nur in sich selbst teilt, würde das ja niemals größer werden. Und wenn sich das auch noch mal teilt, dann würde es ja immer noch die gleiche Größe haben. Und meinetwegen teilen die sich noch 500 Tausend Mal und es wird nicht größer, aber es hat sich ganz oft geteilt. Und das würde ja nichts bringen.“
- Ute: „Also, die Zelle teilt sich zwar in der Mitte durch, wird dann aber wieder größer, sie wächst wieder sozusagen auf Normalgröße. Die beiden Hälften wachsen wieder auf Normalgröße zurück.“

Kasten 1: Originalaussagen der Schülerinnen Lisa, Ute und Sarah in einem Vermittlungsexperiment vor, bei und nach dem Einsatz des didaktisch rekonstruierten Lernangebots »Schokolade teilen«.

Nach den Lernervorstellungen zu Beginn der dokumentierten Phase erfolgt die Vermehrung von Zellen, welche sie zu einem früheren Zeitpunkt als ursächlich für das Wachstum von Zwiebelwurzeln angesehen haben, durch Zellteilung: Die Zellen teilten sich dabei immer weiter, was letztendlich ein Wachstum von Lebewesen bedinge. Interessanterweise übertrug Sarah dabei filmisch vermittelte Erfahrungen zu den ersten Zellteilungen einer Eizelle auf das im Vermittlungsexperiment betrachtete Beispiel Wachstum einer Zwiebelwurzel. Ähnlich wie Lisa erschien es ihr plausibel, dass eine Vermehrung der Zellen durch Teilung sowohl beim Menschen als auch bei einer Zwiebelwurzel ausreicht, um einen vielzelligen Organismus wachsen zu lassen. Die Lerner folgten dabei dem »Mehr werden«-Schema der Teilung. Die an die Teilung anschließende Wachstumsphase der entstandenen Zellen wurde vermutlich deshalb nicht berücksichtigt, da Lisa, Sarah und Ute das »Kleiner werden«-Schema zu diesem Zeitpunkt nicht mitdachten. Während des Lernangebotes sahen die Schülerinnen ihre Vorstellungen vom »Mehr werden« durch die Teilung zunächst bestätigt. So stellten Sarah und Ute fest, dass sich die Anzahl der Schokoladenstücke dahingehend verändert hat, dass nach der Teilung mehr Stücke vorliegen. Durch die Erkenntnis, dass die einzelnen Schokoladenstücke jedoch kleiner sind als die gesamte Tafel, wird für alle drei Lerner deutlich, dass eine Teilung der Zellen nicht zum Wachstum eines Organismus' führen kann. An dieser Stelle des Denkpades wurde den Schülerinnen die Bedeutung des »Kleiner werdens« durch Teilung bewusst. Ute entwickelte daraufhin eine Vorstellung vom Wachstum, das durch Teilung und anschließendem Wachstum der entstandenen Zellen geschehe. Mithilfe des didaktisch rekonstruierten Lernangebots »Schokolade teilen« konnte demnach innerhalb der Lernergruppe ein kognitiver Konflikt ausgelöst werden, der zur Änderung der Vorstellung von der Zellteilung führte. In einer anschließenden metakognitiven Phase führten die Schülerinnen aus, dass sie vor dem Vermittlungsexperiment niemals über Teilung nachgedacht hätten. Das Lernangebot hätte ihnen geholfen, die Unterschiede zwischen der Zellteilung und der lebensweltlichen Teilung zu verstehen.

5.2 Vorstellungen von den Bestandteilen der Zelle

In empirischen Erhebungen zu Schülerzeichnungen von der Zelle zeigte sich, dass Lerner sich sehr oft eine „Basis-Zelle“ vorstellen. D. h. sie folgen einem Zellschema, ohne die verschiedenen Zelltypen zu berücksichtigen (z. B. DIAZ DE BUSTAMANTE & JIMÉNEZ ALEIXANDRE 1998). Hierbei wird der Zellkern als häufigster Zellbestandteil genannt. Ausgehend von der Fachlichen Klärung, nach der in der Biologie zwischen den Eucyten und Protocyten unterschieden

wird, wurde für die Vermittlungsexperimente ein Lernangebot erstellt, welches Informationen über die Existenz bzw. Inexistenz des Zellkerns in verschiedenen Zellen vermittelt. Die Lernervorstellungen vor, bei und nach dem Einsatz dieser Infokarte sind exemplarisch in Kasten 2 dargestellt.

Vor dem Einsatz des didaktisch rekonstruierten Lernangebots

Ute, Lisa: „Ich denke schon, dass jede Zelle einen Zellkern hat.“

Ute: „Weil Kern sagt ja schon irgendwie aus, dass es die Mitte sozusagen ist und alles andere drum herum ist. Er ist halt wahnsinnig wichtig.“

Sarah: „Der Zellkern ist die Basis. Wo alles drin ist und alles formiert sich so drum herum und das ist eben genau die Mitte und dort ist dann das Wichtigste drin.“

Ute, Lisa, Sarah: „Es gibt keine Zellen ohne Zellkern.“

Bei und nach dem Einsatz des didaktisch rekonstruierten Lernangebots »Der Zellkern«

Lisa: „Ah, das ist interessant.“

Sarah: „Vor der Infokarte dachten wir, dass alle Zellen einen Zellkern, Zellwand und Zellplasma haben. Und mit der Infokarte haben wir erfahren, dass es bei den meisten Zellen auch so ist, wie wir uns das vorstellen. Aber bei Bakterien da ist die Information, wofür wir den Zellkern haben, im Plasma.“

Kasten 2: Originalaussagen der Schülerinnen Lisa, Ute und Sarah in einem Vermittlungsexperiment vor, bei und nach dem Einsatz des didaktisch rekonstruierten Lernangebots »Der Zellkern«.

Den Vorstellungen von Ute, Lisa und Sarah folgend ist der Zellkern ein ubiquitärer Zellbestandteil. Er müsse aufgrund seiner enormen Wichtigkeit in jeder Zelle vorkommen und wäre deshalb im Zentrum einer jeden Zelle angeordnet. Auf dem Hintergrund der Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens lässt sich Sinn an diese Vorstellung herantragen: Zunächst machen wir in unserer Kindheit bereits früh Erfahrungen mit den Kernen in Früchten. Auch dieser Kern befindet sich zumeist in der Mitte der Frucht und bekommt aufgrund seiner Samenfunktion eine enorme Bedeutung. Darüber hinaus erfahren wir unseren Körper nach LAKOFF (1987, 274) mit Zentren, wie z. B. den inneren Organen, und peripheren Bereichen wie den Fingern, Zehen oder Haaren. Den Zentren wird dabei aufgrund zweier Erfahrungen die größere Bedeutung zugeschrieben. So sind Verletzungen der inneren Organe zumeist lebensbedrohlich, während Verletzungen peripherer Körperteile Personen nicht ernsthaft gefährden. Des Weiteren definieren die zentralen Bereiche (Gehirn, Herz) die Identität einer Person wesentlich stärker als die peripheren. Eine Person, die ihre Haare schneidet oder Finger verliert, bleibt danach dieselbe Person. Somit wird die Peripherie als abhängig vom Zentrum angesehen, wobei die umgekehrte Richtung keinen Sinn für uns macht. Erkrankungen können die Ursache eines Haar-

ausfalls sein, jedoch erkranken wir nicht in Folge eines Haarschnitts. Zurückkommend auf die Lernervorstellungen könnten Sarahs und Utes Äußerungen diesem Zentrum-Peripherie Schema folgen. Der Kern im Zentrum der Zelle ist der wichtigste Zellbestandteil während alle anderen Bestandteile „drum herum formiert“ und vom Zellkern abhängig sind. Dementsprechend ist eine Zelle ohne Zellkern nicht existent. Sie übertragen vermutlich Erfahrungen mit ihrem eigenen Körper oder mit Kern-Früchten auf die Zelle. Mithilfe des Lernangebotes erweitern die Schülerinnen ihre Vorstellungen von den Zellen. Sarah beschreibt ihre durch das Lernangebot hinzugewonnene Erkenntnis, dass es Zellen mit und ohne Zellkern gäbe. Im letzteren Fall würde die Erbinformation im Zellplasma vorliegen. Stellvertretend für die gesamte Lernergruppe dokumentiert Sarahs Äußerung eine Vorstellungsänderung in Richtung fachlichen Wissens.

6 Diskussion

An zwei Beispielen konnte die Beeinflussung von Lernervorstellungen durch didaktisch rekonstruierte Lernangebote gezeigt werden. Hierbei ist es gelungen die Denkpfade, d.h. die Abfolge des Auftretens von Lernervorstellungen und deren Veränderungen, transparent zu machen. Die didaktisch rekonstruierten Lernangebote wie das vorgestellte «Schokolade teilen» ermöglichen den Schülern das Bewusstwerden ihrer lebensweltlichen Vorstellungen und einen Vergleich mit den fachwissenschaftlichen Verständnis. Hierdurch wird die metakognitive Dimension des Wissens (KRATHWOHL 2002) geschult.

Innerhalb der Laborsituation mit reduzierter Schülerzahl kann mit didaktisch rekonstruierten Lernangeboten ein Lernen fachwissenschaftlicher Inhalte erreicht werden. Die Forschungsfragen wurden aus den oben beschriebenen Gründen mit dem experimentellen Design des Vermittlungsexperiments untersucht. Dementsprechend kann die Untersuchung weder Auskünfte zur Klassensituation noch zur Behaltensleistung machen.

Die Vermittlungsexperimente eignen sich dazu, sowohl Lernervorstellungen von der Zelltheorie zu erfassen sowie die fachwissenschaftlichen Inhalte zu vermitteln. Die Gruppensituation mit drei Schülern ermöglicht die für die Vermittlung förderliche Interaktion der Schüler. Dies zeigt sich beispielsweise bei der Vermittlung der Zellteilung: Sarah und Lisa beschrieben ihren kognitiven Konflikt beim Zusammenbringen der lebensweltlichen Bedeutung der Teilung und der Zellsituation. Ute formulierte daraufhin die Lösung des Problems, welche für die Lernergruppe sinnvoll erscheint. Durch diese Interaktion entwickel-

ten die Schülerinnen gemeinsam Vorstellungen, die einem fachwissenschaftlichen Verständnis nahe kommen.

7 Biologiedidaktische Relevanz

In der vorgestellten Erhebung wurde erstmals die Wirkung von Lernangeboten, die im Forschungsrahmen der Didaktischen Rekonstruktion entwickelt wurden, in Vermittlungssituationen qualitativ untersucht. Hierbei konnten Lernervorstellungen von der Zelltheorie erfasst und Vorstellungsänderungen hin zum fachwissenschaftlichen Verständnis beschrieben werden. Mit den Vermittlungsexperimenten wurde ein methodisches Vorgehen gewählt, das sich in der biologiedidaktischen Vorstellungsforschung zur Erfassung von Lernprozessen als geeignet herausgestellt hat.

Mit der Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens steht ein theoretischer Rahmen zur Analyse von Lernervorstellungen und damit zur Entwicklung von Lernangeboten zur Verfügung.

Literatur

- BRINSCHWITZ, T. (2002): Lernervorstellungen von Zellen. Eine Re-Analyse der Befunde empirischer Erhebungen. In: VOGT, H. & C. RETZLAFF-FÜRST: Erkenntnisweg Biologiedidaktik. Universitätsdruckerei Rostock, 27-40.
- DUIT, R. & J. WILBERS (2001): Untersuchungen zur Mikro-Struktur des analogischen Denkens in Teaching Experiments. In: VON AUFSCHNAITER, S. & WELZEL, M. (Hrsg.): Nutzung von Videodaten zur Untersuchung von Lehr-Lern-Prozessen. Münster, 143-155.
- GERSTENMAIER, J. & H. MANDL (1995): Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. Zeitschrift für Pädagogik **41** (6), 867-888.
- GROPENGIEBER, H. (1999): Was die Sprache über unsere Vorstellungen sagt. Kognitionslinguistische Analyse als Methode zur Erfassung von Vorstellungen. ZfDN **5** (2), 57-77.
- GROPENGIEBER, H. (2003): Lebenswelten, Sprechwelten, Denkwelten. Wie man Schülervorstellungen verstehen kann. Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion, Bd. 4, Didaktisches Zentrum Oldenburg.
- KATTMANN, U., R. DUIT, H. GROPENGIEBER & M. KOMOREK (1997): Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. ZfDN **3** (3), 3-18.
- KRATHWOHL, D.R.. (2002): Theory into Practise, Volume 41, Number 4, College of Education, The Ohio State University.
- LAKOFF, G. & M. JOHNSON (1980): Metaphors We Live By. The University of Chicago Press, Chicago and London.
- LAKOFF, G. (1987): Women, Fire and Dangerous Things. What Categories Reveal about the Mind. The University of Chicago Press.
- LEWIS, J., J. LEACH & C. WOOD-ROBINSON (2000): Genes, chromosomes, cell division and inheritance – do students see any relationship? International Journal of Science Education **22** (2), 177-195.
- MAYRING, P. (2000): Qualitative Inhaltsanalyse. Weinheim.
- POSNER, G.J., K.A. STRIKE, P.W. HEWSON & W.A. GERTZOG (1982): Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. Science Education **66**, 211-227.

-
- POSNER, G.J. & K.A. STRIKE (1992): A Revisionist Theory of Conceptual Change. In: DUSCHL, R.A. & R.J. HAMILTON (Eds.): *Philosophy of science, cognitive psychology and educational theory and practise*. New York. State University of New York Press, 147-176.
- STEFFE, L.P. & B.S. D'AMBROSIO (1996): Using teaching experiments to understand students' mathematics. In: Treagust, D., R. DUIT & B. FRASER (Eds.): *Improving teaching and learning in science and mathematics*. New York, 65-76.
- ZAMORA, S.E. & M. GUERRA (1993): Misconceptions about cells. 3rd International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics. Cornell University. Ithaca, New York.