

Häufigkeit von Lernervorstellungen zur Zellteilung

Caroline Jonas, Tanja Riemeier & Dirk Krüger

Riemeier@erz.uni-hannover.de – dkrueger@zedat.fu-berlin.de

Universität Hannover, Didaktik der Naturwissenschaften, Bismarckstr. 2, 30173 Hannover
Freie Universität Berlin, Didaktik der Biologie, Schwendenerstr. 1, 14195 Berlin

Zusammenfassung

Ziel dieser Untersuchung war es, aufbauend auf den Ergebnissen qualitativer Forschung, häufig anzutreffende Schülervorstellungen von der Zellteilung zu identifizieren. Die Kenntnis prominenter Vorstellungen kann eine Orientierungshilfe für die Vorbereitung auf einen Unterricht sein, der Schülervorstellungen berücksichtigt. 127 Schüler der 7. Klasse (ohne bisherigen Unterricht zur Zellteilung) sowie 117 Schüler des 12. Jahrgangs (mit entsprechendem Unterricht) bearbeiteten Fragebögen mit offenen und geschlossenen Fragen. Die wesentliche Frage der Untersuchung war: Mit welcher Häufigkeit treten Vorstellungen von der Zellteilung auf?

Die Schüler stellten sich unter Wachstum vorrangig ein "Größer werden" vor. Bei den Vorstellungen von der Zellteilung waren die Konzepte "Teilung und Vergrößerung" sowie "Teilung" von Bedeutung. Bei den Vorstellungen zur (Zell)teilung traten die Denkfiguren "Mehr werden" und "Trennen" am häufigsten auf. "Kleiner werden" wurde nicht bewusst bedacht, was jedoch zum Entwickeln einer fachwissenschaftlichen Vorstellung von der Zellteilung notwendig ist. Die Ergebnisse helfen Unterricht vorzubereiten, der die vorrangig auftretenden Vorstellungen zur Zellteilung berücksichtigt und auf die konkreten Anforderungen der Praxis reagiert.

Abstract

The investigation supplements qualitative results by directing the attention to those conceptions of cell-division which might occur most frequently to students. Knowing students' preferences for certain conceptions will give useful hints to the teacher in order to prepare appropriate instruction. 127 students (7th grade, without any instruction in cell-division so far) as well as 117 students (12th grade, instruction already received) participated in the investigation using a questionnaire with open and closed tasks. The main question was: With which frequency do students develop conceptions of cell-division?

The most frequent conception of growth was the concept "becoming greater". The most frequent conception of cell-division in open tasks was "division of cells" followed by the scientific concept "division and enlargement". When conceptions of division were examined "becoming more" and "separation" appear far more frequently than "becoming small", which is necessary however to develop a scientifically-oriented conception of the cell division. This study should give concrete assistance to the teacher to focus his preparation on the most prominent students' conceptions of cell-division and therefore on practical requirements.

1 Einleitung

„Sie sind klein. So klein, dass man sie sich eigentlich kaum vorstellen kann.“ – Diese zwei Sätze, mit denen eine Schülerin des 12. Jahrgangs ihre Vorstellung von Zellen beschreibt, verdeutlichen eine Problematik der Zellenlehre, einem Themengebiet, das grundlegend für das Verständnis zahlreicher biologischer Prozesse ist: Die Einheit des Lebens, die Zelle, ist von so geringer Größe, dass eine direkte Erfahrung nur in Ausnahmen möglich und somit die Ausbildung von Vorstellungen von einer Zelle, ihrem komplexen Aufbau und ihren zahlreichen Funktionen schwierig ist (vgl. CAMPBELL 1997). Die Folgen dieses Lernhindernisses zeigen sich in zahlreichen Untersuchungen zu Lernervorstellungen, die belegen, dass Schüler trotz einer vorausgegangenen Vermittlung des Zellkonzepts häufig über Vorstellungen verfügen, die von den wissenschaftlichen Konzepten von der Zelle und der Zellteilung abweichen (vgl. BRINSCHWITZ 2002). Diese Diskrepanz wird als Anlass genommen, neue didaktische Überlegungen zur Vermittlung des Zellkonzepts im Unterricht anzustellen. Hierfür bietet das „Modell der Didaktischen Rekonstruktion“ einen theoretisch fundierten Forschungsrahmen (GROPENGIEßER 1997; KATTMANN et al. 1997), in dem die Erfassung von Schülervorstellungen eine gewichtige Rolle spielt. Durch die bereits durchgeführten Arbeiten (BRINSCHWITZ 2002; RIEMEIER 2003) liegen umfangreiche Daten zu Lernervorstellungen vor, welche mit qualitativen Untersuchungsmethoden gewonnen und auf der Grundlage der „Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens“ (LAKOFF & JOHNSON 1980; GROPENGIEßER 2003) analysiert wurden.

An die Ergebnisse dieser Forschungen knüpft die vorliegende Studie an. Mithilfe eines quantitativen Messinstruments soll die Verteilung der von RIEMEIER (2003) analysierten Vorstellungen von der Zellteilung in einer Population von Schülern erfasst werden. Durch die Studie sollen prominente Schülervorstellungen entdeckt werden, mit denen eine Lehrkraft mit großer Wahr-

scheinlichkeit in einem Unterricht zur Zellteilung rechnen kann. Damit könnte dem Praktiker ein Hinweis gegeben werden, auf welche Probleme er sich in seinem Unterricht vorrangig einstellt und welche Interventionen er unbedingt vorbereitet haben sollte, um entsprechende Lernhilfen anbieten zu können.

2 Theoretischer Rahmen

In der vorliegenden Studie wird Lernen im Sinne eines pragmatischen, moderaten Konstruktivismus (GERSTENMAIER & MANDL 1995; DUIT & TREGUST 1998) als ein aktiver Konstruktionsprozess des Lerners verstanden. Gemeint ist damit ein Prozess der Wissensaneignung, bei dem der Lernende Wissen nicht einfach übernehmen kann, sondern es basierend auf seinen bereits vorhandenen Vorstellungen eigenständig konstruieren muss. Folglich spielen die existierenden Vorstellungen der Lerner eine entscheidende Rolle im Lernprozess und müssen eine zentrale Stellung bei der Entwicklung effektiver Unterrichtsansätze einnehmen.

Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion (GROPENGIEBER 1997; KATTMANN et al. 1997) stellt eine Umsetzung dieser Erkenntnisse dar. Ausgehend von der Perspektive, dass die Erfassung von Schülervorstellungen ein entscheidender Aspekt bei der Strukturierung von Unterricht ist und mit dem Ziel, effektivere Vermittlungswege für biologische Themen zu entwickeln, werden in diesem Modell wissenschaftliche Vorstellungen und Schülervorstellungen erforscht und in einem rekursiven Verfahren in Beziehung gesetzt. Auch die dritte Untersuchungsaufgabe dieses Modells – die didaktische Strukturierung – steht im wechselseitigen Bezug zu den beiden anderen Aufgaben, da die Vermittlungsabsicht das Themengebiet für die zu erforschenden Vorstellungen absteckt. Die drei zentralen Aspekte der Unterrichtsplanung werden demnach in dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion „in eine Balance gebracht“ (KATTMANN et al. 1997, 3; GROPENGIEBER 1997, 16).

Mithilfe der Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens, die LAKOFF und JOHNSON (1980) entworfen haben und die von GROPENGIEBER (2003) für eine Anwendung in der Biologiedidaktik bearbeitet wurde, kann ein besseres Verständnis von den Lernervorstellungen gewonnen werden. Gegenstand dieser Theorie ist das Verhältnis von Erfahrung, Denken und Sprache. Ihr zufolge erwerben Menschen den grundlegenden Kern ihres kognitiven Systems durch direkte Erfahrungen, die sie mit ihrer Wahrnehmung, ihren Körperbewegungen und der physischen und sozialen Umwelt machen. Die aus direkten Erfahrungen entstehenden kognitiven Strukturen bezeichnet LAKOFF (1987, 206f.) als

„verkörperte“ Vorstellungen. Es ist jedoch evident, dass nicht alle unsere Vorstellungen durch direkte Erfahrungen begründet werden können. Vielmehr erschaffen Menschen zahlreiche Bereiche ihres Verständnisses durch Metaphern. Dabei wird ein direkt durch Erfahrungen gewonnenes Konzept metaphorisch auf einen anderen Bereich übertragen, wodurch dieser im Sinne der erfahrungsbasierten Vorstellung verstanden wird.

3 Forschungsfragen und Hypothesen

In der Forschung im Rahmen des Modells der Didaktischen Rekonstruktion spielt die Erfassung von Schülervorstellungen eine gewichtige Rolle. In den qualitativen Studien (BRINSCHWITZ 2002; RIEMEIER 2003) ging es darum, Denkschritte auf dem Weg zum fachlichen Verständnis mithilfe der Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens zu interpretieren und dadurch Lernhindernisse zu identifizieren. Als Quintessenz resultierten die bisherigen qualitativen Untersuchungen in der Didaktischen Strukturierung, bei der verschiedene Interventionen entwickelt und in Laborstudien evaluiert wurden (RIEMEIER & GROPENGLIEBER 2003).

Um die Fülle der identifizierten Lernervorstellungen für die Unterrichtspraxis überschaubar zu halten, versucht die vorliegende Studie, die bisherigen Ergebnisse durch eine quantitative Untersuchung zu ergänzen. Dabei sollte die Häufigkeit der bekannten Konzepte von der Zellteilung in einer größeren Lerngruppe ermittelt werden. Ziel dieser Untersuchung ist es, detaillierte Angaben über die Präsenz dieser Vorstellungen zu erhalten. Es wird erwartet, dass im Anschluss Aussagen über die Wahrscheinlichkeit, mit der die verschiedenen Konzepte in einer Lerngruppe verfügbar sind, getroffen werden können. Durch diese Konzentration auf die prominenten Vorstellungen sollte die Vorbereitung von Lehrern erheblich erleichtert werden.

Um Schüler vor dem Unterricht zur Zellteilung und solche, die hinlänglich zum Thema unterrichtet worden sind, zu erreichen, wurden Befragungen in der 7. Klasse und 12. Jahrgangsstufe durchgeführt. Es lässt sich folgende Untersuchungsfrage formulieren:

Mit welcher Häufigkeit treten Vorstellungen von der Zellteilung bei Schülern der 7. Klasse und des 12. Jahrgangs auf?

Die Untersuchung basiert auf der theoretischen Annahme, dass Lernervorstellungen von der Zellteilung durch eine Übertragung von verkörperten Vorstellungen von „Wachstum“ und „Teilung“ entwickelt werden. Mit Hilfe eines quantitativen Messinstrumentariums müsste es damit möglich sein, diesen Be-

zug durch statistische Berechnungen zwischen lebensweltlichen und zellulären Vorstellungen vom Wachstum und von der Teilung zu identifizieren. Insbesondere die Befragung der Schüler der 7. Klassen, also derjenigen, die von Zellteilung im Unterricht noch nichts gehört haben, sollte die lebensweltlichen Vorstellungen von Wachstum und Teilung erfassen. Es wird erwartet, eine mögliche Übereinstimmung zwischen Konzepten zur Zellteilung und den übergeordneten Denkfiguren statistisch zu ermitteln. Daraus ergibt sich folgende Untersuchungsfrage:

Lässt sich ein statistischer Zusammenhang zwischen den lebensweltlichen Vorstellungen von Wachstum und Teilung und den Vorstellungen von der Zellteilung nachweisen?

4 Forschungsmethode

Die Erhebung der Schülervorstellungen erfolgte mithilfe eines Fragebogens. Dabei dienten offene Fragen zur Ermittlung der lebensweltlichen Vorstellungen von Wachstum und Teilung und der Vorstellungen von der Zellteilung. Die geschlossenen Fragen zu den Vorstellungen von der Zellteilung wurden in einem separaten zweiten Teil getrennt vom bereits wieder eingesammelten ersten Teil abgefragt, um rückwirkende Veränderungen oder Ergänzungen im offenen ersten Teil des Fragebogens zu verhindern.

Die Erhebung der vorunterrichtlichen Vorstellungen von Wachstum und Teilung erfolgte bei 127 Schülern aus sieben 7. Klassen hannoverscher Gymnasien mithilfe von Schülerzeichnungen. Die anschließenden geschlossenen Fragen dienten der Quantifizierung vorgegebener und vermeintlich bekannter Vorstellungen.

Um die Häufigkeit gelernter Konzepte und Denkfiguren von der Zellteilung zu ermitteln, wurden auch Schüler der 12. Jahrgangsstufe befragt, die bereits eine Vermittlung des Themas Zellteilung im Unterricht erhalten hatten. Die untersuchte Gruppe setzte sich aus 117 Schülern zusammen, die sich auf acht Biologiekurse hannoverscher Gymnasien verteilten.

5 Ergebnisse

Lernervorstellungen von Teilung

In einer geschlossenen Frage sollten die Schüler der 7. Jahrgangsstufe fünf erläuterte Denkfiguren von der Teilung nach dem Grad der Übereinstimmung mit ihrer eigenen Vorstellung von Teilung bewerten.

Die Denkfiguren „Teilen ist mehr werden“ und „Teilen ist trennen“ wurden im Durchschnitt „ziemlich“ übereinstimmend mit der eigenen Vorstellung vom Teilen bewertet (Abb. 1). „Teilen ist kaputt gehen“ und „Teilen ist weniger werden“ stimmten hingegen mit den Vorstellungen der Schüler nur „mittelmäßig“ überein und „Teilen ist kleiner werden“ entsprach eher nicht den eigenen Vorstellungen (Abb. 1).

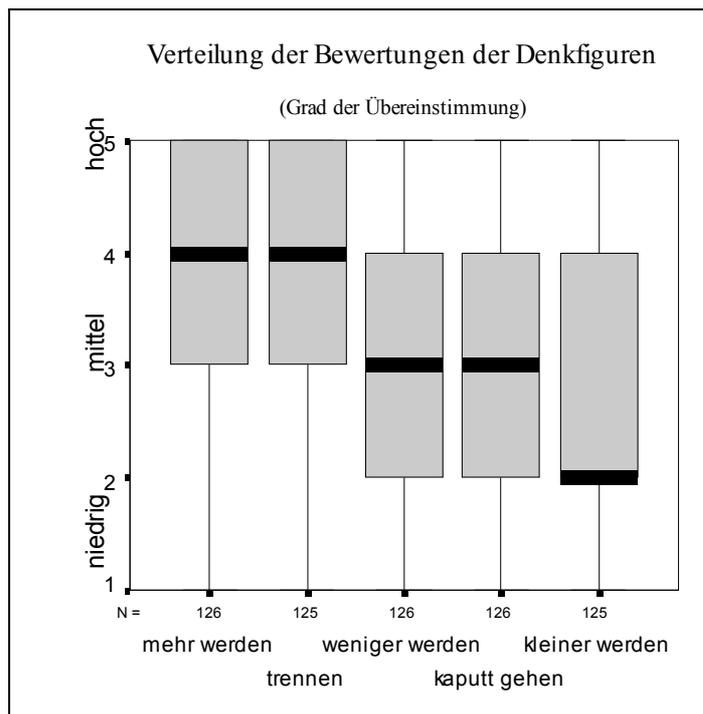


Abb. 1: Boxplotdarstellung¹ der Bewertungen der Denkfiguren aus der geschlossenen Frage: „In der folgenden Tabelle erhältst du fünf Aussagen zum Teilen. Gib bitte an, in wie weit die Aussagen deiner eigenen Vorstellung vom Teilen entsprechen.“

Die Auswertung der Schülerzeichnungen der 7. Klasse – deren Ergebnisse durch zusätzliche offene Fragen zu den lebensweltlichen Vorstellungen von Teilung bestätigt wurden – zeigte ein anderes Ergebnis als die geschlossene Frage: Dem Ergebnis der geschlossenen Frage entsprechend zeigten zwar 81 % der Schülerzeichnungen einen Teilungsvorgang, in dem die Denkfigur „Teilen ist mehr werden“ identifiziert werden konnte. Allerdings stellten die Schüler

¹ Die Box stellt den Interquartilbereich mit 50 % der Werte dar. Die von der Box ausgehenden Linien führen jeweils bis zum höchsten und niedrigsten Wert ohne Ausreißer zu berücksichtigen. Die quer über die Box gelegte Linie gibt die Lage des Medians an. Ausreißer werden als Kreis (mehr als 1,5 Einheiten vom Interquartilbereich entfernt) und Extremwerte als Stern (mehr als 3 Einheiten vom Interquartilbereich entfernt) dargestellt.

den Teilungsvorgang in 77 % der Zeichnungen als „Teilen ist kleiner werden“ dar, was deutlich von der Bewertung in der geschlossenen Frage abweicht.

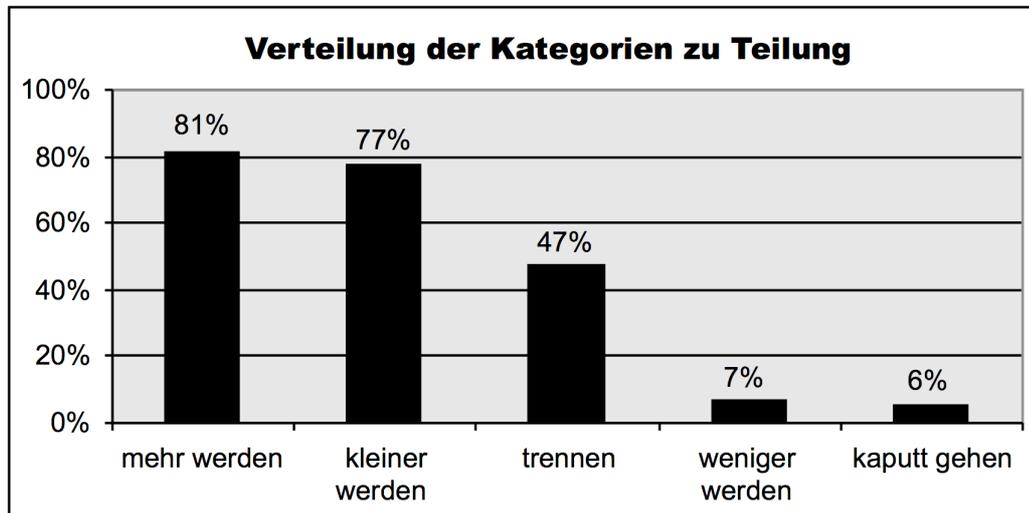


Abb. 2: Prozentualer Anteil in den Schülerzeichnungen: „Zeige mit mehreren Bildern, wie Teilung funktioniert!“ Es wurden pro Zeichnung mehrere Kategorien benutzt (n = 127).

Aus den Zeichnungen kann geschlossen werden, dass die Schüler der 7. Klasse eine Vorstellung von der Teilung haben, die die Denkfigur „Teilen ist kleiner werden“ mit einschließt. Allerdings scheint sie ihnen nicht bewusst zu sein und wird daher vermutlich in der geschlossenen Frage als gering bewertet bzw. in den Antworten auf die offenen Fragen nicht formuliert.

Auch die Schüler des 12. Jahrgangs sollten in einer geschlossenen Frage die Übereinstimmung der eigenen Vorstellung von Teilung mit den bekannten Denkfiguren angeben. In der 12. Jahrgangsstufe waren die Denkfiguren „Teilen ist mehr werden“ und „Teilen ist trennen“ die prominentesten Schülervorstellungen. Als „mittelmäßig“ übereinstimmend wurden von Schülern „Teilen ist weniger werden“ und „Teilen ist kleiner werden“ bewertet, „Teilen ist kaputt gehen“ erhielt durchschnittlich das Attribut „kaum“ übereinstimmend mit den eigenen Vorstellungen von der Teilung.

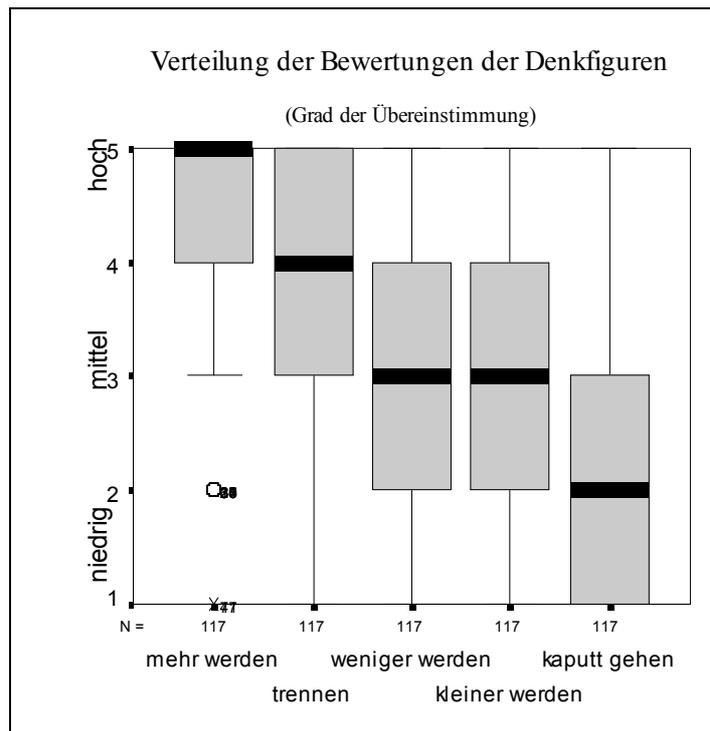


Abb. 3: Darstellung der Bewertungen der Denkfiguren aus der geschlossenen Frage: „In der folgenden Tabelle erhalten Sie fünf Aussagen zum Teilen. Geben Sie bitte an, in wie weit die Aussagen Ihrer eigenen Vorstellung vom Teilen entsprechen.“

Lernervorstellungen von Zellteilung

Die Schüler der 12. Jahrgangsstufe wurden zu ihren Vorstellungen von der Zellteilung befragt. Dabei ging es darum, einen Zusammenhang zwischen den lebensweltlichen Vorstellungen von Teilung und den fachlich orientierten Vorstellungen von der Zellteilung zu ermitteln.

Im vollständigen Paarvergleich (NIKETTA 1989) wurden fünf Aussagen über die Zellteilung („Der Teilungsvorgang der Zelle bei der Zellteilung ist ... kaputt gehen, ... kleiner werden, ... mehr werden, ... trennen bzw. ... weniger werden“) jeweils so einander gegenübergestellt, dass jede Denkfigur einmal mit den restlichen vier Denkfiguren verglichen werden musste. Es wurden dadurch von den Schülern Binärurteile verlangt, bei denen sie insgesamt zehnmal beurteilten, welche von den jeweils gegenübergestellten Denkfiguren ihrer Vorstellung von Zellteilung eher entsprach. Das Ergebnis dieses vollständigen Paarvergleichs wurde in Form von skalierten z-Werten dargestellt (Abb. 4). Die Ergebnisse geben Auskunft darüber, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, dass ein Schüler die Denkfigur einer anderen vorzieht. So lässt sich beispielsweise ablesen, dass 69 % der befragten Schüler der Denkfigur „Zellteilung ist trennen“ den Vorzug vor „Zellteilung ist mehr werden“ gegeben haben (Abb. 4).

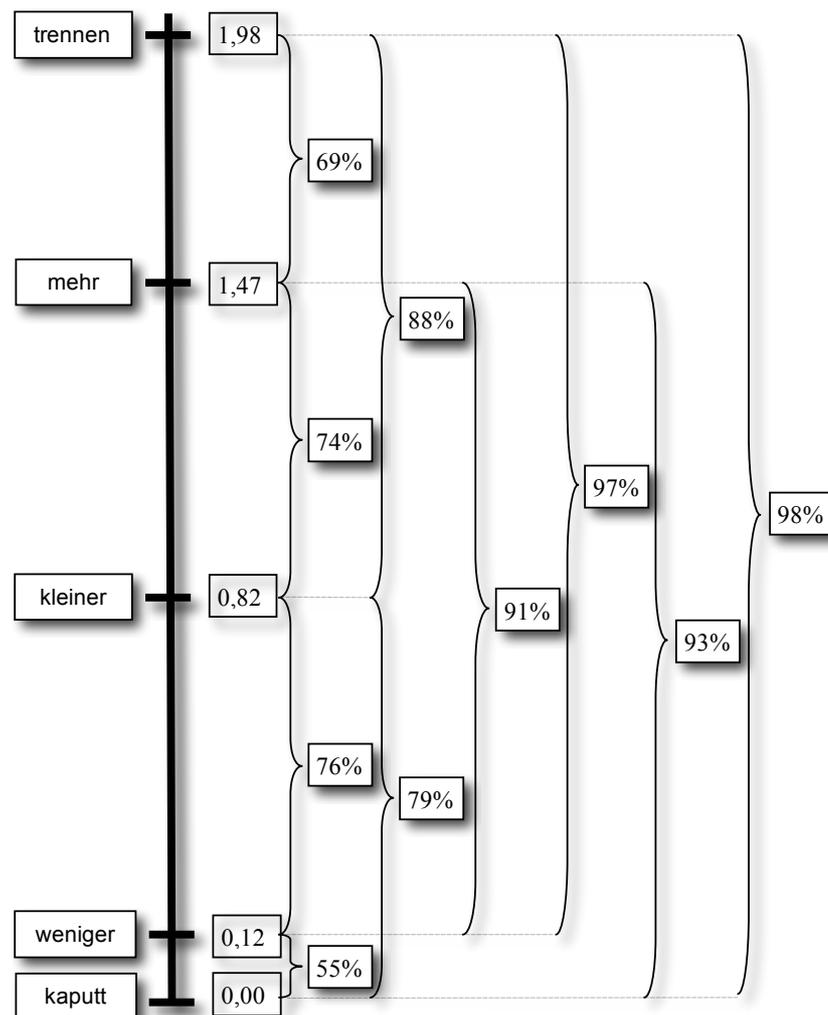


Abb. 4: Ergebnisse (Skalenwerte nach z-Transformation) des Paarvergleichs aus der Frage: „Im Folgenden sind jeweils zwei Schülervorstellungen zum Teilungsvorgang der Zelle bei der Zellteilung einander gegenüber gestellt. Bitte kreuzen Sie jeweils die Aussage an, die Ihrer Vorstellung eher entspricht!“ Die Prozentzahlen geben an, wie viel Prozent der Schüler die obere Vorstellung der unteren vorziehen (n = 95).

Die Denkfiguren „Teilen ist mehr werden“ und „Teilen ist trennen“ sind im thematischen Komplex der Zellteilung die prominentesten Schülervorstellungen, „Teilen ist kaputt gehen“ spielt auch in diesem Bereich keine Rolle (Abb. 4). Somit ist eine Übereinstimmung zwischen den lebensweltlichen Vorstellungen von Teilung und den Vorstellungen von der Zellteilung festzustellen.

Lernvorstellungen vom Wachstum

Die Schüler der 7. Jahrgangsstufe sollten in einer geschlossenen Frage die Übereinstimmung von Denkfiguren mit ihrer eigenen Vorstellung vom Wachs-

tum bewerten. Die Auswertung der Fragebögen ergab folgendes Ergebnis (Abb. 5):

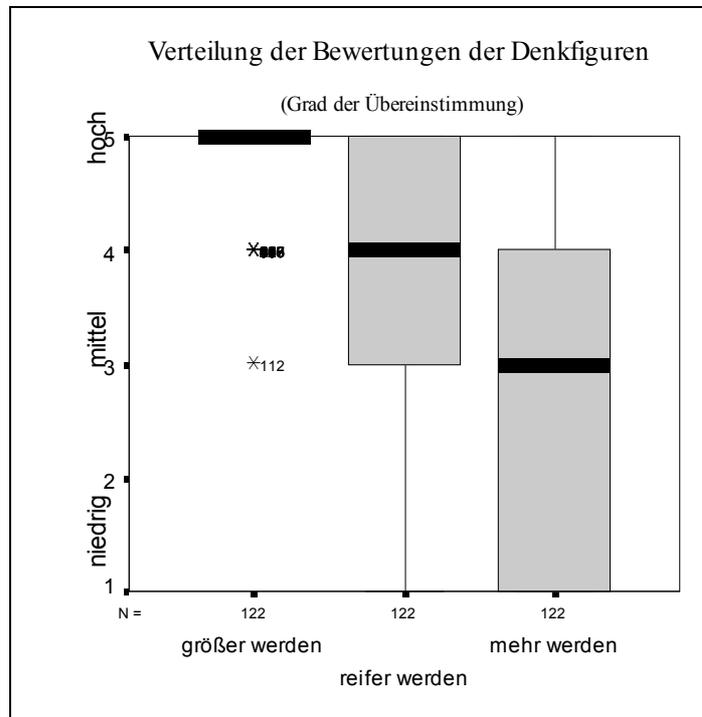


Abb. 5: Darstellung der Bewertungen der Denkfiguren aus der geschlossenen Frage: „In der folgenden Tabelle erhältst du drei Aussagen zum Wachstum. Gib bitte an, in wie weit die Aussagen deiner eigenen Vorstellung vom Wachstum entsprechen.“

Die Denkfigur „Wachstum ist größer werden“ war die Vorstellung, die von der überwiegenden Mehrheit der Schüler als „außerordentlich“ übereinstimmend mit der eigenen Vorstellung von „Wachstum“ eingestuft wurde (Abb. 5). Auch „Wachstum ist reifer werden“ konnte mit der durchschnittlichen Bewertung „ziemlich“ übereinstimmend als eine prominente Schülervorstellung von Wachstum gesehen werden, wohingegen „Wachstum ist mehr werden“ nur eine Einstufung als „mittelmäßig“ übereinstimmend erhielt.

Ein vergleichbares Bild zeigten die Ergebnisse der Befragung der Schüler des 12. Jahrgangs (Abb. 6). Auch hier wurde „Wachstum ist größer werden“ als prominenteste Vorstellung ermittelt und „Wachstum ist mehr werden“ nur als „mittelmäßig“ übereinstimmend mit den eigenen Vorstellungen bewertet.

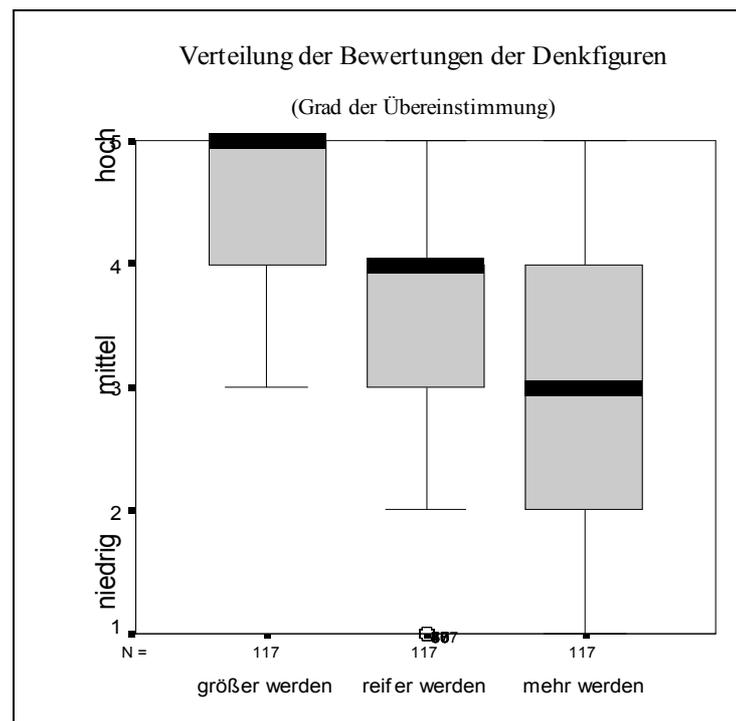


Abb. 6: Darstellung der Bewertungen der Denkfiguren aus der geschlossenen Frage: „In der folgenden Tabelle erhalten Sie drei Aussagen zum Wachstum. Geben Sie bitte an, in wie weit die Aussagen Ihrer eigenen Vorstellung vom Wachstum entsprechen.“

Die Schüler des 12. Jahrgangs wurden zusätzlich zu ihren Vorstellungen vom Wachstum auf zellulärer Ebene befragt. Dazu wurde die gleiche Methode verwendet wie schon zur Erfassung der Schülervorstellungen von der Zellteilung. Auch hier wurden in einem vollständigen Paarvergleich (NIKETTA 1989) insgesamt fünf Konzepte einander gegenübergestellt („Wachstum erfolgt durch ... Ergänzung von Zellen, ... Vergrößerung von Zellen, ... Vermehrung von Zellen, ... Teilung von Zellen bzw. ... Teilung und Wachstum von Zellen“). Das Ergebnis des vollständigen Paarvergleichs zeigt die Skala (Abb. 7), auf der die transformierten z-Werte der Konzepte zum Wachstum von Lebewesen abgetragen sind. Dieser Skala kann entnommen werden, dass das Konzept „Wachstum erfolgt durch Zellmehrung“ eine prominente Vorstellung der Schüler war. Dieser Vorstellung wurde im direkten Vergleich mit dem Konzept „Wachstum erfolgt durch Zellvergrößerung“ von 89 % der Schüler der Vorzug gegeben. Zudem hatte das Konzept „Wachstum erfolgt durch Vergrößerung der Zellen“ bei nahezu allen Vergleichen eine untergeordnete Bedeutung.

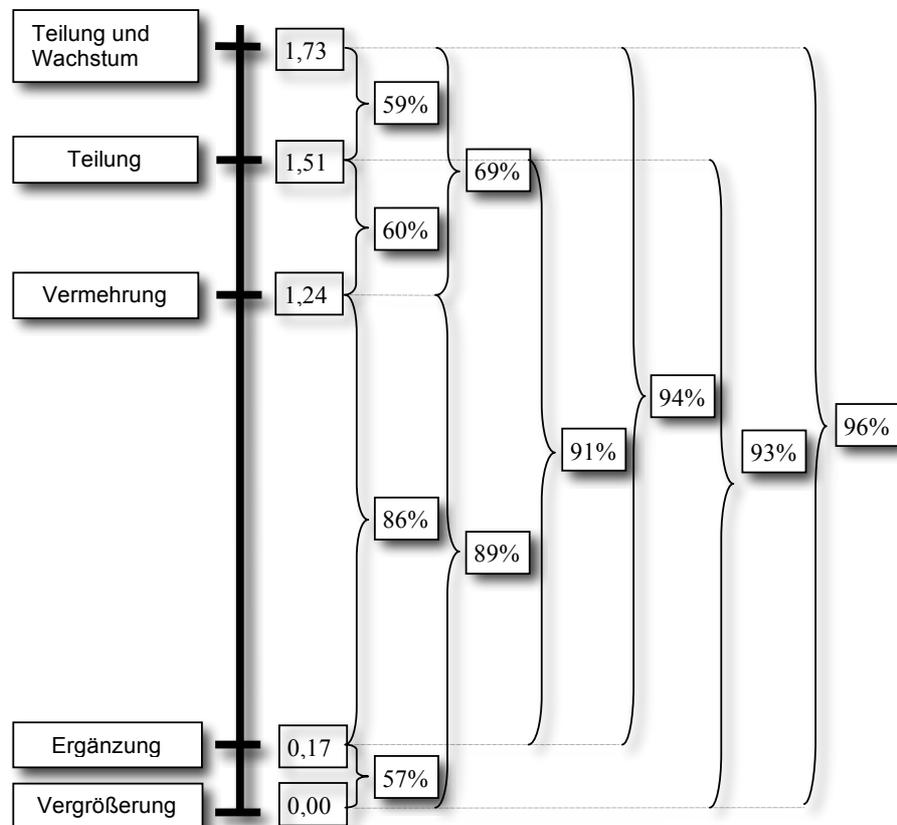


Abb. 7: Ergebnisse (Skalenwerte nach z-Transformation) des Paarvergleichs aus der Frage: „Im Folgenden sind jeweils zwei Schülervorstellungen zum Wachstumsprozess eines Lebewesens einander gegenüber gestellt. Bitte kreuzen Sie jeweils die Aussage an, die Ihrer Vorstellung eher entspricht!“ Die Prozentzahlen geben an, wie viel Prozent der Schüler die obere Vorstellung der unteren vorziehen (n = 103).

Zusammenhang zwischen den lebensweltlichen Vorstellungen von Wachstum und Teilung und den Vorstellungen von der Zellteilung

Es kann festgestellt werden, dass es keine Entsprechung zwischen den lebensweltlichen Vorstellungen vom Wachstum und den Vorstellungen vom Wachstum auf der Ebene der Zelle gibt. Während also im lebensweltlichen Themengebiet die Denkfigur „Wachstum ist größer werden“ mit Abstand die prominenteste Vorstellung ist, wurde sie hingegen bei nahezu keinem Vergleich mit einer der anderen vier Konzepte von den Schülern als eine Beschreibung gewählt, die ihrer Vorstellung vom Wachstum auf der Ebene der Zellen entspricht.

Es wurde erwartet, dass ein statistischer Zusammenhang zwischen den Schülerbewertungen der Konzepte und den ihnen übergeordneten Denkfiguren nachgewiesen werden könnte. Zur Überprüfung dieser Hypothese wurde der Korrelationskoeffizient nach PEARSON zwischen der Denkfigur „Teilen ist mehr werden“ und dem Konzept „Geteilter Zellkern“ ($r_{xy} = 0,042$) sowie zwischen der Denkfigur „Teilen ist trennen“ und dem Konzept „Zelltrennung nach Teilung“ ($r_{xy} = 0,045$) berechnet. Wie das Ergebnis zeigt, war der erwartete Zusammenhang zwischen den genannten Denkfiguren und Konzepten hier und auch bei allen anderen Denkfiguren und den zugeordneten Konzepten nicht nachweisbar. Die Hypothese musste abgewiesen werden.

6 Diskussion

Auf der Grundlage der beschriebenen Ergebnisse lassen sich statistisch gesicherte Aussagen über die Verteilung der Vorstellungen von der Teilung und vom Wachstum sowie von der Zellteilung machen.

Folgt man den Annahmen von RIEMEIER (2003; s. a. BRINSCHWITZ 2002), kann die Zellteilung lebensweltlich nicht direkt erfahren werden. Um dennoch ein Verständnis davon zu erlangen, übertragen die Schüler die lebensweltlichen Vorstellungen von der Teilung auf die Zelle. Die Ergebnisse dieser Studie lassen vermuten, dass Schüler mehrheitlich über Vorstellungen von der Zellteilung verfügen, die auf den Denkfiguren „Teilen ist mehr werden“ und „Teilen ist trennen“ basieren.

Fraglich bleibt, ob die Denkfigur „Teilen ist kleiner werden“ als eine prominente Schülervorstellung interpretiert werden kann. Während die Ergebnisse der geschlossenen Fragen gegen diese Annahme sprechen, konnte die Denkfigur in 77 % der Schülerzeichnungen erkannt werden. Bezieht man sich auf die Angaben von HOLTHUSEN (2002), nach denen Schülerzeichnungen „ein Bild zum Gesamtverständnis einer Problematik darlegen können“ (HOLTHUSEN 2002, 91), kann angenommen werden, dass es sich hierbei um eine prominente Schülervorstellung handelt. Es liegt die Vermutung nahe, dass die Denkfigur „Teilen ist kleiner werden“ zwar eine Schülervorstellung von Teilung ist, diese aber nicht bewusst mitgedacht und bewertet wird. Unterstützt wird diese Annahme durch die Ergebnisse von RIEMEIER (2003) und RIEMEIER & GROPEN-GIEBER (2005). Auch hier berücksichtigten die Schüler den Aspekt des „Teilen ist kleiner werden“ in Vermittlungssituationen zunächst nicht. Durch das Lernangebot „Schokolade teilen“ konnte ihnen aber erfolgreich die Bedeutung „kleiner werden“ bewusst gemacht und damit eine Vorstellungsänderung er-

reicht werden. Diesem Gesichtspunkt, also die Bewusstmachung der Denkfigur „Teilen ist kleiner werden“, ist demnach besondere Aufmerksamkeit bei der Planung einer Unterrichtseinheit zur Zellteilung zu schenken. Wird diese Problematik vernachlässigt, kann davon ausgegangen werden, dass die Schüler eine Zellvergrößerung nach der Teilung nicht mitdenken und somit eine wissenschaftlich nicht vertretbare Vorstellung vom Wachstum durch Zellteilung entwickeln.

Die Überlegungen, wonach Schüler lebensweltliche Vorstellungen auf die zelluläre Ebene übertragen, werden durch die Ergebnisse des vollständigen Paarvergleichs in dem 12. Jahrgang unterstützt. Auch hier zeigt sich, dass die Vorstellungen von der Zellteilung vor allem auf die Denkfiguren „Teilen ist trennen“ und „Teilen ist mehr werden“ basieren und somit den lebensweltlichen Vorstellungen der Schüler von Teilung entsprechen. Dies ist in Bezug auf die Vorstellung von einer Trennung nach der Teilung problematisch, da die Übertragung dieser Vorstellung auf das Wachstum von vielzelligen Geweben fachlich nicht akzeptabel ist.

Sowohl für die Schüler der 7. Klassen als auch des 12. Jahrgangs ist die prominenteste lebensweltliche Vorstellung von Wachstum „Wachstum ist größer werden“. Die Denkfigur „Wachstum ist mehr werden“ spielt hingegen keine Rolle. Im Gegensatz dazu zeigt der vollständige Paarvergleich zu den Wachstumsprozessen auf zellulärer Ebene, dass das Konzept „Wachstum durch Zellvermehrung“ im direkten Vergleich mit dem Konzept „Wachstum durch Zellvergrößerung“ von nahezu allen Schülern vorgezogen wurde. Da das Konzept „Wachstum durch Zellvermehrung“ auf der Denkfigur „Wachstum ist mehr werden“ basiert und das Konzept „Wachstum durch Zellvergrößerung“ der Denkfigur „Wachstum ist größer werden“ zugeordnet wird, ergibt sich hier eine den lebensweltlichen Vorstellungen entgegengesetzte Verteilung der Konzepte.

Die angenommene direkte Übertragung von verkörperten Vorstellungen auf das Verständnis von Wachstumsprozessen auf der Mikroebene der Zellen hat sich nicht bestätigt. Eine Erklärung dieser fehlenden Übereinstimmung kann folgende sein: Es scheint den Schülern des 12. Jahrgangs bewusst zu sein, dass ihre lebensweltlichen Vorstellungen nicht den wissenschaftlichen Vorstellungen vom Wachstum entsprechen. Im Verlauf ihrer Schulzeit werden sie vermutlich wissenschaftliche Erfahrungen gemacht haben, auf die sie im Kontext Zelle eher zurückgreifen als auf die lebensweltlichen Erfahrungen. Sie haben offensichtlich gelernt, dass sich die Wachstumsprozesse eines Lebewesens auf der Ebene der Zellteilung abspielen.

Weitere Gründe für die fehlende Übereinstimmung könnten im methodischen Vorgehen liegen. So ist denkbar, dass die hier gewählte graphisch-illustrierende bzw. wörtlich-beschreibende Darstellungsweise der lebensweltlichen Vorstellungen die Bewertung beeinflusst hat. Es könnte sein, dass die Schüler zwar über eine bestimmte Vorstellung verfügen – wie etwa „Teilen ist mehr werden“ – diese aber nicht in der Zeichnung und/oder der Beschreibung wieder erkannt haben und somit als „kaum“ oder „gar nicht“ übereinstimmend mit ihren eigenen Vorstellungen eingestuft haben.

Insgesamt können durch die hier vorgenommene Kombination von qualitativen und quantitativen Untersuchungsmethoden statistisch geprüfte Aussagen zu den Lernervorstellungen im Bereich der Zellteilung gemacht werden. So wird deutlich, dass die Vorstellungen von der Teilung als „Kaputt gehen“ oder „Weniger werden“ kaum von Schülern entwickelt werden und insofern in Unterrichtsprozessen vernachlässigt werden können. Die Ergebnisse geben Lehrern demnach wichtige Hinweise, welche Vorstellungen in Lernergruppen verfügbar sein können und dementsprechend in die Planung und Durchführung der Unterrichtsstunden einbezogen werden sollten.

Zitierte Literatur

- BRINSCHWITZ, T. (2002): Lernervorstellungen von Zellen – Eine Re-Analyse der Befunde empirischer Erhebungen. In: VOGT H. & C. RETZLAFF-FÜRST [Hrsg.]: Erkenntnisweg Biologiedidaktik. Beiträge der 4. Frühjahrsschule der Sektion Biologiedidaktik im VDBiol in Rostock-Warnemünde. Universitätsdruckerei Rostock. 27-40.
- CAMPBELL, N. A. (1997): Biologie. Spektrum, Akademischer Verlag, Heidelberg Berlin Oxford.
- DUIT, R. & D.F. TREGUST (1998): Learning in Science – From Behaviourism Towards Social Constructivism and Beyond. In: FRASER, B. J. & K. G. TOBIN [Ed.]: International Handbook of Science Education, Part 1, Kluwer, Dordrecht. 3-25.
- GERSTENMAIER, J. & H. MANDL (1995): Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. Zeitschrift für Pädagogik **41** (6), 867-888.
- GROPENGIEBER, H. (1997): Didaktische Rekonstruktion des „Sehens“. ZpB, Oldenburg.
- GROPENGIEBER, H. (2003): Lebenswelten / Denkwelten / Sprechwelten. Wie man Vorstellungen der Lerner verstehen kann. Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion, Bd. 4, Didaktisches Zentrum Oldenburg.
- HOLTHUSEN, K. (2002): Zeichnen im Biologieunterricht. Methode zur Ermittlung von Schülervorstellungen zur „Nachhaltigkeit“. In: VOGT H. & C. RETZLAFF-FÜRST [Hrsg.]: Erkenntnisweg Biologiedidaktik. Beiträge der 4. Frühjahrsschule der Sektion Biologiedidaktik im VDBiol in Rostock-Warnemünde. Universitätsdruckerei Rostock. 89-100.
- 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.
- LAKOFF, L. & M. JOHNSON (1980): Metaphors We Live By. The University of Chicago Press, Chicago London.
- LAKOFF, L. (1987): Woman, Fire and Dangerous Things. What Categories Reveal about the Mind. The University of Chicago Press, Chicago.
- NIKETTA, R. (1989): PAIRCOMP. Basic-Programme zur Paarvergleichsskalierung. <http://data.sozialwiss.uni-osnabrueck.de/~niketta/edvstat1.html>.

- RIEMEIER, T. (2003): Denkpfade von Lernern mit didaktisch rekonstruierten Lernangeboten. In: VOGT, H., D. KRÜGER & U. UNTERBRUNER [Hrsg.]: Erkenntnisweg Biologiedidaktik. Beiträge der 5. Frühjahrsschule der Sektion Biologiedidaktik im VDBiol in Salzburg. 71-82.
- RIEMEIER, T. & H. GROPEGIEßER (2005): Auf dem Prüfstand: Didaktisch rekonstruierte Lernangebote zur Zelle. In: KLEE, R., A. SANDMANN & H. VOGT [HRSG.]: Lehr-Lernforschung in der Biologiedidaktik, Band 2. Studienverlag, Innsbruck. 57-70.

