

Was Kinder an Zeit berührt

Von Simone Seitz

Was sollen Kinder im Grundschulalter über Zeit lernen und was wollen sie wirklich darüber lernen? Im Rahmen des Promotionsprogramms „Fachdidaktische Lehr-Lernforschung: Didaktische Rekonstruktion“ an der Universität Oldenburg wurden die Sichtweisen verschiedener Kinder des zweiten Schuljahrs - von „schwerbehindert“ bis „hochbegabt“ - zum Phänomen Zeit erhoben und hieraus didaktische Folgerungen für den Sachunterricht in einer Grundschule ohne Aussonderung entwickelt.

What are children supposed to learn about time and what do they really want to learn about time at the primary level? The views of a number of second-graders – who were assessed from ‘very developmentally delayed’ to ‘very developmentally premature’ – were studied. The research was conducted in a PhD program in the Department of Education at the University of Oldenburg. The results can have implications for inclusive classroom practice in primary school.



Was ist Zeit? Unser Erleben von Zeit und unser Nachdenken über Zeit sind unlösbar miteinander verstrickt (Salvador Dalí: Die Beständigkeit der Erinnerung, 1930).

Wir alle leben mit der Zeit. Dennoch bleibt sie für uns eine geheimnisvolle Erscheinung. Sie kann schleichen, kriechen, fließen, rennen oder fliegen - und manchmal scheint sie plötzlich still zu stehen. Wir gehen ständig mit Zeit um, erleben sie aber nur ganz selten bewusst. Auch können wir nicht aus der Zeit „aussteigen“, um sie zu verstehen. Wie also lässt sich das Verhältnis Mensch-Zeit genauer konturieren?

Fast jede Wissenschaftsdisziplin hat sich im Verlauf ihrer Geschichte aus ihrer entsprechend spezifischen Perspektive heraus mit dem Phänomen der Zeit beschäftigt. Folgt man beispielsweise Immanuel Kant, so ist die Zeit dem Menschen als sinnliche Anschauungsform „a priori“ gegeben. In Abgrenzung von der Vorstellung einer „gewöhnlichen“, subjektiv empfundenen Zeit, die einer „absoluten“, messbaren Zeit gegenübersteht (Isaak Newton), ist damit die Zeit für Kant als eine vorgegebene Grundkategorie menschlicher Wahrnehmung solchermaßen in unser Bewusstsein „eingebaut“, dass wir alle Phänomene als zeitliche wahrnehmen. Zeit lässt sich aber auch mit dem Neurobiologen und Erkenntnistheoretiker Humberto R. Maturana als Schöpfung eines Beobachters begreifen. In seinem Verständnis ist dabei die Biologie des Beobachters die Grundlage für

die Qualität der individuellen Erfahrungen und folglich für den jeweils konstruierten Begriff der Zeit. Demzufolge gibt es in diesem Verständnis ebenso viele Vorstellungen von Zeit, wie es Beobachter gibt. Die Frage nach dem ontologischen Wesen der Zeit erweist sich als obsolet.

Die unzähligen vorliegenden wissenschaftlichen Annäherungsversuche an das Wesen der Zeit sind allerdings insgesamt nicht losgelöst vom Zeiterleben vorstellbar (so der Neurophysiologe Ernst Pöppel). Reflexionen über Zeit sind stets mit dem Erleben von Zeit verwoben.

Wie aber erlernen wir unseren Umgang mit Zeit? Wie also entwickeln Kinder zeitliche Kompetenzen und was - so ist bezogen auf die Schule zu fragen - sollen Kinder über Zeit lernen?

Wie „erlernen“ Kinder Zeit?

In den klassischen entwicklungspsychologischen Untersuchungen zu dieser Frage von Jean Piaget (1955, im französischen Original 1946) und Heinrich Roth (1955) wurde eine invariante Stufenfolge der Entwicklung zeitlicher Kompetenzen festgemacht, nach der Kinder gleichsam „eingeordnet“ werden können.

Fortsetzung Seite 23

Didaktische Rekonstruktion

Von Ulrich Kattmann

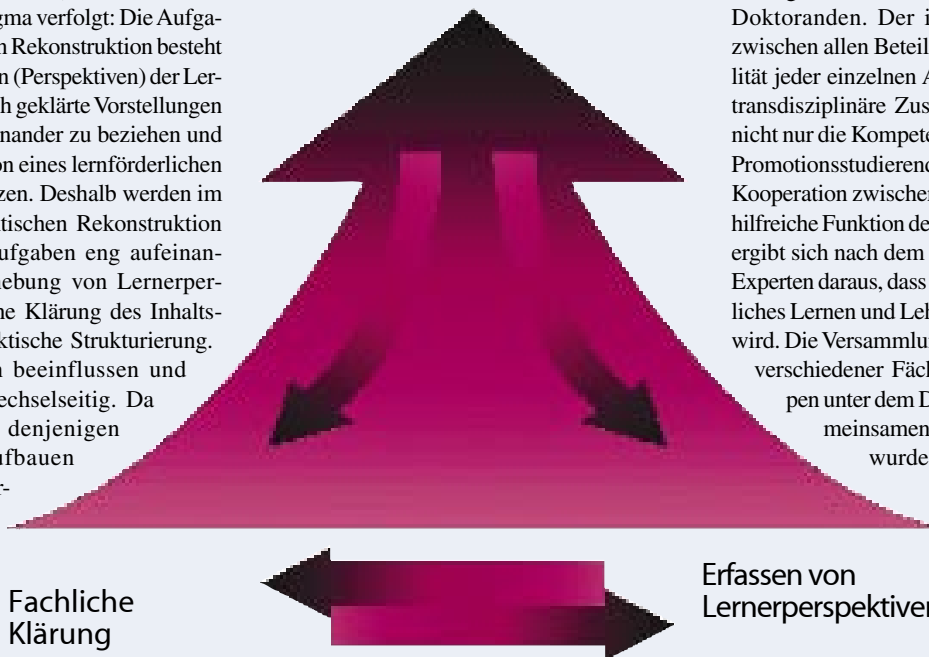
Im Promotionsprogramm „Fachdidaktische Lehr-Lernforschung - Didaktische Rekonstruktion“ (Prodid) wird ein neues Forschungsparadigma verfolgt: Die Aufgabe der Didaktischen Rekonstruktion besteht darin, Vorstellungen (Perspektiven) der Lernenden und fachlich geklärte Vorstellungen systematisch aufeinander zu beziehen und für die Konstruktion eines lernförderlichen Unterrichts zu nutzen. Deshalb werden im Modell der Didaktischen Rekonstruktion drei Forschungsaufgaben eng aufeinander bezogen: Erhebung von Lernerperspektiven, fachliche Klärung des Inhaltsbereichs und didaktische Strukturierung. Die Teilaufgaben beeinflussen und befördern sich wechselseitig. Da alles Lernen auf denjenigen Vorstellungen aufbauen muss, die den Lernenden bereits zur Verfügung stehen, wird erwartet, dass mit den Forschungsergebnissen ein fruchtbares und

bedeutungsvolles Lernen in den untersuchten Bereichen nachhaltig gefördert wird. Indem die Lernerstruktur vor die Sachstruktur platziert wird, wird die fachdidaktische Forschung gleichsam „vom Kopf auf die Füße“ gestellt.

Zu den Zielen von Prodid gehört, bislang nebeneinander stehende oder miteinander konkurrierende Richtungen zu einer umfassenden fachdidaktischen Unterrichtsforschung zusammenzuführen. Mit dem Forschungsparadigma wird die nötige Wende vom Lehren zum Lernen in den Fachdidaktiken vollzogen, diese werden zur „Pädagogik fachlichen Lernens“ weiterentwickelt.

Das Promotionsprogramm Prodid wird als Graduate School vom Ministerium für Wissenschaft und Kultur mit 15 Georg-Christoph-Lichtenberg-Stipendien und Sachmitteln gefördert. In ihm arbeiten neun fachdidaktische (Biologie, Chemie, Deutsch, Englisch, Geschichte, Mathematik, Physik, Politik, Sachunterricht) und drei erziehungswissenschaftliche Arbeitsgrup-

Didaktische Strukturierung



Fachliche Klärung

Erfassen von Lernerperspektiven

pen (Bildungsforschung, Empirische Lehr-Lernforschung Schulpädagogik) zusammen. Neben den Stipendiatinnen und Stipendiaten nehmen bis zu 15 assoziierte Doktorandinnen und Doktoranden der Universitäten Bremen und Oldenburg teil. Das Promotionsprogramm wurde vom Didaktischen Zentrum (diz) eingeworben und wird von ihm betreut. Der zugehörige Promotionsstudiengang ist der Fakultät 1 Erziehungs- und Bildungswissenschaften zugeordnet. Es besteht eine enge Kooperation mit Fachdidaktiken der Universität Bremen.

Das in der Arbeitsgruppe Biologiedidaktik in Oldenburg in Zusammenarbeit mit der Abteilung Physikdidaktik des IPN in Kiel entwickelte Modell der Didaktischen Rekonstruktion wurde durch den Zusammenschluss im Promotionsprogramm Prodid in andere Fachdidaktiken eingeführt und von ihnen angewendet. Das Modell hat sich als orientierender und die Arbeiten ausrichtender Forschungsrahmen erwiesen, ohne die einzelnen Arbeiten unangemessen einzuzwingen. Das Herzstück des Studienprogramms

und der gemeinsamen Betreuung sind die halbjährlichen Workshops zu den Forschungsarbeiten der Doktorandinnen und Doktoranden. Der intensive Austausch zwischen allen Beteiligten erhöht die Qualität jeder einzelnen Arbeit. Die inter- und transdisziplinäre Zusammenarbeit fördert nicht nur die Kompetenzvermittlung an die Promotionsstudierenden, sondern auch die Kooperation zwischen den Lehrenden. Die hilfreiche Funktion des Forschungsrahmens ergibt sich nach dem Urteil internationaler Experten daraus, dass mit dem Modell fachliches Lernen und Lehren gültig abgebildet wird. Die Versammlung der großen Anzahl verschiedener Fächer und Arbeitsgruppen unter dem Dach eines solchen gemeinsamen Forschungsrahmens wurde von internationalen

Experten als weltweit einzigartig angesehen.

Die Ergebnisse des Programms werden in der von einem internationalen Beirat betreuten Schriftenreihe „Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion“ (diz) veröffentlicht.

① www.diz.uni-oldenburg.de/forschung/Prodid.htm

Der Autor



Prof. i.R. Dr. Ulrich Kattmann studierte Biologie, Chemie, ev. Theologie in Göttingen und Tübingen sowie Pädagogik und Anthropologie in Kiel. Promotion 1977 in Pädagogik an der Universität Kiel. 1982 Ruf an die Universität Oldenburg auf die Professur für Didaktik der Biologie mit dem Schwerpunkt Humanbiologie. Bis April 2004 war Kattmann Direktor des Didaktischen Zentrums, bis August Programmverantwortlicher von Prodid.

Gegenwärtig wird in der Fachwissenschaft allerdings davon ausgegangen, dass sich Denkweltung nicht in generalisierten Stufen, sondern bereichsspezifisch vollzieht (Beate Sodian). Auch wird die gesamtpersonliche Entwicklung nicht als ein linearer Prozess mit altershomogenen zu durchlaufenden Stufungen verstanden, sondern als ein hochkomplexer Prozess der multiplen Gerichtetheit (Rainer K. Silbereisen/ Martin Pinquardt) mit subjektiv sinnvollen Dissonanzen, Inkongruenzen und Verzögerungen innerhalb beweglicher Kontexte.

Zu bedenken ist außerdem, dass in den entwicklungspsychologischen Untersuchungen zu Zeit von Vorstellungen zeitlicher Kompetenzen ausgegangen wird, die eng aus der fachlichen Perspektive dieses Forschungszweigs heraus entwickelt wurden. So arbeitete der naturwissenschaftlich geschulte Entwicklungspsychologe Piaget mit einem rein physikalischen Begriff von Zeit ($v = s/t$). Dabei wurden zeitliche Kompetenzen einseitig als kognitive Kompetenzen definiert und die mit jeder Erkenntnis verflochtene erlebnishafte Komponente von Zeit übersehen. Roth kennzeichnete das Grundschulalter sogar explizit als Phase des „kognitiven Zeitwissens“ (1955).

Akzeptiert man hingegen die Vorstellung, dass zeitliche Kompetenzen verschiedene Entwicklungsebenen berühren und nicht isoliert als Teil der kognitiven Entwicklung aufgefasst werden können, wird die Vielschichtigkeit der Herausbildung zeitlicher Kompetenzen und der enge Fokus entwicklungspsychologischer Herangehensweisen deutlich. Ob dieser Fokus mit den Lerninteressen von Kindern übereinstimmt, muss somit angezweifelt werden.

Für schulische Fragen ist an diesem Punkt auf ein weiteres Problem hinzuweisen. Es ist nämlich zu bedenken, dass in den vorliegenden Untersuchungen zu Zeit bislang ausschließlich „normale“ Kinder berücksichtigt werden, um auf diesem Weg „Durchschnittswerte“ bestimmter Altersstufen erschließen zu können. Das zeitbezogene Lernen von Kindern mit Lernschwierigkeiten wird in aller Regel ausgeblendet. Lerngruppen in der schulischen Wirklichkeit rekrutieren sich allerdings nur zu einem verschwindend geringen Teil aus „Normkindern“. Direkte Übertragungen der Ergebnisse dieser Studien auf die curriculare und didaktische Ebene sind daher hochproblematisch, jedoch bis heute üblich.

Was Kinder über Zeit lernen

In der Folge direkter Übertragungen der erwähnten Forschungsergebnisse aus der Entwicklungspsychologie auf die curricu-

lare und didaktische Ebene konzentrieren sich die Ausführungen zum Phänomen Zeit in den Lehrplänen für die Grundschule bis heute primär auf die funktionalen, eher kognitiv zu erfassenden Aspekte des Themenbereichs und werden außerdem größtenteils getrennt von historischen Lerninhalten angeboten. Die Unterrichtsmaterialien für die Grundschule zielen folglich auf den Umgang mit Kalender und Uhr und beachten andere Facetten wie z.B. das Zeiterleben kaum.

In den sonderpädagogischen Lehrplänen und Materialien ist diese Reduzierung weit stärker ausgeprägt. Als Begründungshintergrund lässt sich das Anliegen vermuten, schulische Lerninhalte für „lernschwache“ Schüler/innen auf die lebenspraktischen Aspekte hin zu reduzieren, um Kindern möglichst konkrete Hilfen zur Alltagsbewältigung zu geben. Beim Phänomen Zeit führte dies allerdings dazu, dass mit den angeblich besonders alltagsrelevanten Aspekten von Zeit (Umgang mit Uhr und Kalender etc.) just jene Aspekte von Zeit in den Fokus geholt wurden, die mit den höchsten kognitiven Ansprüchen an Schüler/innen einhergehen (Abstraktionsfähigkeit, mathematisches Verständnis). Auf diese Weise wurden also gerade für die Schüler/innen mit den vermeintlich größten kognitiven Schwierigkeiten beim Lernen die höchsten Lernbarrieren aufgestellt, ein Widerspruch, der bislang keinerlei Beachtung in der Forschung gefunden hat.

Will man diese Diskrepanzen mittels lernbereichsdidaktischer Forschung überwinden, ist zu fragen, welche Lernerfahrungen und Lerninteressen bezogen auf Zeit verschiedene Kinder in den Unterricht mitbringen. Was also berührt Kinder im Grundschulalter wirklich am Phänomen Zeit?

Was Kinder lernen wollen

Um Antworten auf diese Frage zu finden, wurden in einer qualitativen Studie im Rahmen des Promotionsprogramms „Fachdidaktische Lehr-Lernforschung: Didaktische Rekonstruktion“ die Sichtweisen verschiedener Kinder auf Zeit erhoben. Als Ziel der Forschungsarbeit wurde entsprechend dem Leitbild der „Didaktischen Rekonstruktion“ festgelegt, didaktische Empfehlungen für den Sachunterricht zum Lernfeld Zeit zu entwickeln, die den Sichtweisen der Kinder zentrale strukturierende Funktion zubilligen. Hierfür wurde zunächst Unterricht zum Lernfeld Zeit in einer integrativen Grundschulklasse beo-

bachtet (teilnehmende Beobachtung und Videomitschnitt). In einem vertiefenden Schritt wurden anschließend im Sinne einer lernbereichsdidaktischen Forschung ohne Aussonderung die Sichtweisen von sechs verschiedenen Kindern - im Spektrum von „schwerer Behinderung“ bis zu „schwerer Begabung“ (Andreas Hinz) - gezielt erhoben. Hierfür musste ein spezielles Untersuchungsdesign entwickelt werden, denn die in der lernbereichsdidaktischen Forschung ansonsten üblichen Verfahren - etwa verbale Interviews - konnten hier nicht greifen. Stattdessen wurde den Kindern in „Symbolischen Lernumgebungen“ ein offenes Angebot mit spezifisch ausgewählten Medien (im Zentrum Dalis Bild „Die Beständigkeit der Erinnerung“, s. S. 20) gemacht, zu denen sie jeweils in Kinderpaaren auf ihre individuelle Weise handelten und interagierten. Die Auswertung erfolgte über induktive Kategorienbildung (Grounded Theory) anhand von Videomitschnitten.

Die zentralen Ergebnisse der Studie lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Die Kinder weisen Fragen nach ihrer eigenen Lebenszeit (Kinderbiografie) eine hohe Bedeutung zu. Sie zeigen dabei besonderes Interesse an den „Randbereichen“ der Lebenszeit (Geburt/frühe Lebenszeit bzw. Tod /hohes Lebensalter) und verweisen damit auf das Bedürfnis, die eigene Lebenszeit in ihrer vollen Bedeutung zu durchdringen. Sie geben außerdem dem Erleben von Zeit einen hohen Stellenwert. Sie integrieren dabei emotionale Aspekte des Zeitverständnisses und die sinnhaft-ästhetische Ebene in ihre Sichtweisen. Die Kinder verhandeln somit das Phänomen Zeit insgesamt als integralen Teil ihrer Identität. Sie überwinden mit dieser Herangehensweise die Subjekt-Objekt-Konstellation wie auch die Reduzierung auf kognitive Zugangsweisen der meisten curricularen und didaktischen Vorgaben.

2. Die Sichtweisen der Kinder lassen sich weder generalisierend nach übergreifenden Stufen kognitiver Entwicklung, noch nach „Begabungskategorien“ oder einzelnen Varianten „sonderpädagogischen Förderbedarfs“ gruppieren. Als weitaus entscheidender für den individuellen Bezug zu Zeit erweist sich das individualbiografische Profil der einzelnen Kinder. Bezeichnend ist die spontane Äußerung eines siebenjährigen (Zwillings-)Kindes: „Das Wichtigste an Zeit ist, dass ich sechs Minuten älter bin als mein Bruder“. Deutlich wird hier die

fundamentale Bedeutung der Lebenszeit für den Zugang zum Phänomen sowie dessen individualbiografische Ausprägung (Zwillingskonstellation). Die Kinder entlarven damit insgesamt die fachwissenschaftlich üblichen Differenzierungen nach „normalen“ und „behinderten“ Kindern als Artifizierungen. Die erkennbare Vielfalt von Faktoren, die zu der jeweils einzigartigen und unverwechselbaren Ausformung des individuellen Verhältnisses zu Zeit führt, impliziert vielmehr die Akzeptanz von Heterogenität in vielen verschiedenen Dimensionen auf der diagnostischen Ebene sowie die Anerkennung von „Viel-Deutigkeit“ im Sachunterricht zum Lernfeld Zeit.

Als didaktische Empfehlung für einen Sachunterricht in einer Grundschule ohne Aussonderung lässt sich damit zusammenfassend formulieren:

Alle Kinder sollten im Unterricht die Gelegenheit erhalten, Zeit als integralen Teil ihrer Identität einbringen und erleben zu können.

Als besonders geeignet hierfür können Angebote zur Kinderbiografie und zum Zeiterleben ausgemacht werden. Darüber hinaus sollte jedes Kind individualisierte Lernangebote erhalten, anhand derer es zu spezifischen Aspekten von Zeit vertiefend arbeiten kann. Binnendifferenzierungen sollten somit nicht nach vorab vorgenommenen „Zuweisungen“ der Kinder zu vermeintlichen Entwicklungsstufen oder Begabungskategorien, sondern individuumbezogen strukturiert werden.



„Wen Mann schläft wen Mann schläft Merkt Mann Nicht Die Zeit“ (Mädchen, 8 Jahre). Kinder weisen dem Erleben von Zeit zentrale Bedeutung zu.

Fazit

Die Platzierung der Sichtweisen der Kinder in das Zentrum des Forschungsprozesses machte es möglich, das Lernfeld Zeit gleichsam didaktisch „vom Kopf auf die Füße“ zu stellen. Es konnten auf diesem Wege Grundstrukturen für einen Sachunter-

richt entwickelt werden, der sich eng an die Sichtweisen der Kinder anschmiegen und sich somit in deren Lernwege „einspüren“ kann. Die Konstruktion eines Forschungsdesigns ohne Aussonderung schließlich ermöglichte die Entwicklung lernförderlicher didaktischer Strukturen für das gemeinsame Lernen aller Kinder im Sachunterricht.

Alternative Modelle des Universums

Von Shu-Chiu Liu

Es ist in der naturwissenschaftlichen Fachdidaktik unbestritten, dass Schülerinnen und Schüler ihre eigenen Kenntnisse und Vorstellungen mit in den Unterricht bringen, die aus ihrer Alltagserfahrung entstammen. Diese Alltagsvorstellungen sind meistens verschieden von der wissenschaftlichen Sicht, die die Schule vermitteln soll. Deshalb gibt es auch Übereinstimmung unter Didaktikern, dass der Unterricht besonderen Wert darauf legen muss, eine Brücke zu wissenschaftlichen Erkenntnissen zu schlagen. Trotz zahlreicher Forschungsvorhaben in den letzten Jahrzehn-

ten existieren noch entscheidende Fragen zur Natur der alternativen Konzepte (einschließlich ihrer Strukturen, ihrer Funktionen und ihrer Beziehungen zu den im Unterricht neu zu vermittelnden Inhalten), die noch geklärt werden müssen. Die hier vorgestellte Studie soll hierzu beitragen, indem nicht nur die eigenen Ideen und Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler berücksichtigt werden, sondern auch vorwissenschaftliches Wissen.

Die in Taiwan und in Deutschland durchgeführte Studie analysiert Schülervorstellungen und historische Konzepte im Bereich der beobach-

ten Astronomie. Ziel ist es, den Schulunterricht zu reformieren, indem er von den Sichtweisen der Schülerinnen und Schüler ausgeht sowie den jeweiligen kulturellen Kontext berücksichtigt. Die Untersuchung soll zeigen, ob und wie die Schülerinnen und Schüler ihre astronomischen Konzepte bewusst oder unbewusst auf der Basis eines Modells des Universums organisieren und wie dieses Modell aussieht. Diese Informationen sind von großem Wert für die Planung von Lernprozessen, da sie nicht nur zeigen, was die Lernenden denken, sondern auch, wie sie ihre Gedanken entwickeln.

Die hier vorgestellte Dissertation untersucht Vorstellungen von deutschen und taiwanesischen Schülerinnen und Schülern über „Himmel und Erde“. Verschiedene alternative Modellvorstellungen, die mit Hilfe von Interviews erhoben wurden, werden in Beziehung zu historischen Modellen gesetzt. „Alternative Modelle“ bedeutet, dass sie sich im Widerspruch zur akzeptierten wissenschaftlichen Sicht befinden. Der Artikel stellt die Ergebnisse der Untersuchungen sowie mögliche Konsequenzen für den Unterricht vor.

The PhD project presented here investigates Taiwanese and German students' ideas about the heavens and the earth. Various alternative models of the universe are discovered through interviews with students and are contrasted with traditional models. "Alternative models" denote the conceptions that are at odds with the accepted scientific view. The results of the investigation and possible consequences for instruction are discussed.

Himmelsbeobachtungen versetzen Menschen in große Verwunderung. Was denken Kinder, wenn sie den Himmel von der Erde aus sehen?
Grafik in Mischtechnik von Wladimir May.



Anlage der Untersuchung

Es wurden 64 deutsche und taiwanesischen Schülerinnen und Schüler aus der dritten bis sechsten Klasse interviewt, gleich verteilt nach Geschlecht, Klassenstufe und Land. Wegen der unterschiedlichen Schulsysteme in beiden Ländern kommen die taiwanesischen Interviewpartner aus einer einzigen (sechsjährigen) Grundschule, während die deutschen Interviewpartner aus einer Grundschule und einer Gesamtschule stammen. Es handelte sich um Einzelinterviews mit einem Satz von Fragen, die in einen narrativen Kontext eingebettet waren. Es wird die Geschichte eines außerirdischen Kindes erzählt, das zufällig auf die Erde gekommen ist und beim Umherlaufen ein Erdenkind trifft. Für die Unterhaltung wurden 24 Fragen vorbereitet, die nicht nur zu verbalen Antworten, sondern auch zu Zeichnungen und zum Herstellen von Modellen aus Knetmasse anregen sollten.

Die alternativen Modelle

Praktisch alle Interviewten wissen, dass das Universum unendlich ist. Trotzdem beschränken sie die grundlegenden astrono-

mischen Körper - wie die Sonne, die Erde, den Mond und manchmal auch die Sterne - auf einen beobachtbaren (oder imaginären) Raum, der seinen Mittelpunkt entweder in der Sonne oder in der Erde hat. Sie gaben relativ konsistente Antworten, so dass eine Struktur (re)konstruiert werden kann, für die wir den Terminus „Modell“ verwenden. Sieben verschiedene Modelle konnten in den Interviews gefunden werden. Sie können in der Reihenfolge der Genauigkeit im Vergleich mit den aktuellen wissenschaftlichen Auffassungen angeordnet werden. Das erste ist das einfachste von allen, von da an wächst die Genauigkeit, so dass das letzte Modell der wissenschaftlichen Sicht am nächsten kommt. Die ersten fünf Modelle sind geozentrisch, die weiteren sind heliozentrisch. Die ersten drei Modelle weisen je zwei Varianten auf.

I. Geozentrische Sicht

Modell 1a: Statischer Himmel mit rotierender Erde und einer absoluten vertikalen Richtung.

Die rotierende Erde liegt im Zentrum, Sonne

und Mond befinden sich unbewegt über bzw. unter der Erde, die Wolken sind nah über der Erde, und die Sterne sind auf der Seite des Mondes versammelt.

Modell 1b: Statischer Himmel mit rotierender Erde. Es ist ähnlich dem Modell 1a, aber es ist weiter entwickelt, da der imaginäre Horizont nicht direkt ausgewiesen ist. Nur die fast vertikale Rotationsachse und die statische Sonne zeigen noch die Verbindung zur täglichen Beobachtung von Auf- und Untergang.

Modell 2a: Konischer Himmel mit vertikalen Umläufen. Von diesem Modell an ist der Himmel nicht mehr statisch. Sonne und Mond umlaufen die Erde in zwei parallelen vertikalen Kreisen, die erstere ist weiter von der Erde entfernt und hat einen größeren Durchmesser. Die Erde rotiert mit einer vertikalen Achse. Die Sterne begleiten den Mond, während die Planeten überall verortet werden.

Modell 2b: Konischer Himmel mit horizontalen Umläufen. Es ist ähnlich wie Modell 2a, aber die Richtung der Umlaufbahnen hat gewechselt. Man kann leicht sehen, dass sich in diesem Modell die Betonung des Problems von oben und unten auf der Erde verringert hat, jedoch die Himmelskörper befinden sich alle noch oberhalb der Erde.

Modell 3a: Erdumlaufender Himmel mit absoluter Richtung. Die Erde ist im Mittelpunkt, Sonne und Mond befinden sich auf gegenüberliegenden Seiten der Erde und bewegen sich in vertikaler Richtung, d.h. sie steigen von einer Seite des Horizonts über den Himmel und gehen dann auf der anderen Seite des Horizonts unter. Wolken gibt es immer noch nur „über“ der Erde.

Modell 3b: Erdumlaufender Himmel. Ähnlich wie Modell 3a, aber die Betonung des Horizonts ist verschwunden.

Modell 4: Umlaufender Himmel - Erd- und Mondbahn mit gemeinsamem Mittelpunkt. Dies ist ein sehr seltsames Konzept des Universums, in dem alle Himmelskörper sich auf Kreisbahnen bewegen und wenige oder gar keine physikalischen Zusammenhänge haben. Erd- und Mondbahn haben einen gemeinsamen Mittelpunkt, die erstere hat einen größeren Bahndurchmesser als die letztere. Die Sonne bewegt sich in einer dazu senkrechten Ebene. Dieses Modell scheint eine erfolglose Flucht vor einer geozentrischen Sicht zu sein. Der Schüler/die Schülerin, der/die diese Ansicht vertritt, könnte etwas über die Kreisbewegung der Erde gehört haben, aber kennt ihr Verhältnis zur Sonne nicht, so dass er/sie das vorliegende Modell konstruierte.

II. Heliozentrische Sicht

Modell 5: Ruhende Sonne mit umlaufender Erde. In diesem heliozentrischen Ausgangsmodell schwingen noch geozentrische Vorstellungen mit. Oft stellen die Schülerinnen und Schüler in dieser Gruppe die Erde zunächst zwischen eine ruhende Sonne und einen ebenso ruhenden Mond, bevor die gegenseitigen Bewegungen berücksichtigt werden.

Modell 6: Ruhende Sonne mit umlaufender Erde und umlaufendem Mond. Es umfasst die Sonne als Mittelpunkt, während die Erde und der Mond beide die Sonne auf verschiedenen Kreisbahnen umlaufen. Manchmal wird der Mond als ein Körper beschrieben, der sich immer mit der Erde bewegt.

Modell 7: Aktuelles Modell mit ruhender Sonne. Die Schülerinnen und Schüler, die dieses Modell vertreten, scheinen ein relativ

genaues Verständnis des Sonnensystems zu haben. Allerdings wird in diesem Modell die Sonne häufig als dominierende, einmalige und still stehende Einheit am Himmel beschrieben, im Gegensatz zum gegenwärtigen Modell des Universums, in dem die Sonne nur einer der zahlreichen Sterne ist, die sich in einem Arm der Galaxie bewegen.

Die kulturelle Seite

Einige Ergebnisse, die sich auf die beiden unterschiedlichen kulturellen Bedingungen beziehen, sind besonders interessant. Zunächst scheinen die taiwanesischen Schülerinnen und Schüler „naivere“ Modelle zu haben als ihre deutschen Altersgenossen. Die Modelle 1 und 2 sind vor allem bei den Taiwanesen vertreten, während die Gruppe mit dem Modell 7 von den Deutschen dominiert wird. Außerdem kann beobachtet werden,



Oben links: Monika (3. Klasse, deutsch) glaubt, dass sich unter der Erde ein großes Wasser befindet, dessen Ende mit einer „Insel“ verbunden ist.

Oben rechts: Sarah (4. Klasse, deutsch) bemerkte: „Dann drehen die (Sonne und Mond) sich so um die Erde“.

Links: Ming-Wei (3. Klasse, taiwanesisch) platzierte die Sonne, den Mond und die Wolken „über“ der Erde.

dass die Qualität der Modelle besonders bei den deutschen Befragten deutlich mit der Klassenstufe zunimmt, während es keine auffälligen Unterschiede bei den Modellen gibt, die von den taiwanesischen Schülerinnen und Schülern in unterschiedlicher Klassenstufen vertreten werden. Die Ergebnisse zeigen, dass die Sechstklässler aus Deutschland überwiegend das Modell 7 - also das fortgeschrittenste überhaupt - bevorzugen, und dass bei den taiwanesischen Sechstklässlern auch noch die Modelle 1, 2 und 3 vorhanden sind. Im Übrigen trat das einfachste Modell 1a in allen Klassen auf, d.h. auch einige der älteren Schüler verwendeten es.

Die in den beiden Ländern vorwiegend verwendeten Modelle sind unterschiedlich erklärungsmächtig, d.h. für weitere Erklärungen brauchbar. Es ist deutlich, dass die Modelle der deutschen Schülerinnen und Schüler auch verwandte Phänomene erklären können, während die taiwanesischen Schwierigkeiten mit ihren Modellen haben, Gründe für vertraute astronomische Ereignisse anzugeben.

Genauer: Auf die Frage nach dem „Warum“ zeigen die Deutschen mehr Erklärungsinteresse und ihre Modelle haben eine höhere Erklärungskraft. So geben relativ viele Taiwanesen überhaupt keine Gründe für den Tag/Nacht-Wechsel und die Mondphasen an. Mehr noch: Zahlreiche taiwanesischen Kinder glauben gar nicht, dass es dahinterliegende Gründe für diese Phänomene geben könnte. Diese Einstellung konnte in der deutschen Gruppe in keinem Fall gefunden werden.

Auf der anderen Seite waren die taiwanesischen Schülerinnen und Schüler durchaus bereit, ihre Haltung zu ändern; sie sagten der Interviewerin häufig, dass ihre Vorstellungen vielleicht falsch wären, da sie das Thema in der Schule noch nicht gehabt hätten. Außerdem zeigten sie eine größere Vielfalt in ihren alternativen Modellen. Daraus kann man schließen, dass die Taiwanesen - obwohl ihre Modelle eine geringere Erklärungskraft besaßen - mehr Vorstellungskraft und eine höhere Flexibilität aufweisen.

Innere Konsistenz der Modelle

Die Äußerungen der Befragten war häufig spontan, aber einige Fragen schienen für sie schwierig zu beantworten zu sein. Trotzdem stimmte das, was sie sagten, mit dem, was sie zeichneten und mit ihren Knetmodellen demonstrierten, bemerkenswert gut überein. Wenn die Schülerinnen und Schüler begreifen, dass die Erde rund ist, wissen sie

auch, dass die Erde kein Ende oder keinen Rand hat und dass wir immer geradeaus gehen können (ohne je herunter zu fallen). Ebenso wenig finden wir den Glauben an eine ruhende Erde kombiniert mit der Vorstellung, dass der Tag/Nacht-Zyklus durch die Erddrehung verursacht ist.

Trotzdem sind Widersprüche aus der Sicht der Interviewerin nicht selten. Ein Mädchen aus der vierten Klasse drückte zunächst ihre Ansicht des Universums (nach ihrer Meinung ein beobachtbarer Raum) mit der Sonne im Mittelpunkt aus, aber als sie nach der Bewegung der Erde und der anderen Himmelskörper gefragt wurde, äußerte sie ohne Zögern, dass die Sonne sich um die Erde drehe. Wenn man das ganze Interview betrachtet, wird klar, dass sie tatsächlich ein geozentrisches Weltbild besitzt. Der Widerspruch entstand, da die Information über das Sonnensystem „Die Sonne ist im Mittelpunkt“ in ihrem Bewusstsein vorhanden war; allerdings war ihr Bild einer geozentrischen Welt robust und blieb ungestört, während sie leicht zwischen den zwei Antworten bezüglich der obigen Frage hin und her wechseln konnte. Dies führte zu einem unbewussten Konflikt, der nur der Interviewerin auffallen konnte.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Konsistenz der alternativen Konzepte der Schülerinnen und Schüler auch damit zu tun hat, welche Phänomene oder Fragen sie tatsächlich betrafen oder interessierten und infolgedessen in die Konstruktion ihrer Konzeptionen gingen. Ein begriffliches Modell ist weniger „reif“ (oder dem heutigen wissenschaftlichen Modell ferner) als andere, wenn das Phänomen, das es erklären soll, von geringerer Bedeutung ist. Wenn ein Kind nicht die Notwendigkeit sieht, die Mondphasen physikalisch zu erklären, hat es verständlicherweise Schwierigkeiten, ein präzises Sonne/Mond/Erde-Modell zu konstruieren, d.h. die eigene Beobachtung scheidet dann als Bezugspunkt für die Verbindung der drei Körper aus.

Folgerungen

Auf die Ergebnisse der Untersuchungen gestützt können einige Vorschläge für die Verbesserung des naturwissenschaftlichen Unterrichts gemacht werden. Zunächst sollte das Hauptgewicht im Unterricht darauf gelegt werden, den Lernenden dabei zu helfen, ihre eigenen Konzepte anzuerkennen und zu schätzen, die ja einen eigenen Sinn in einem besonderen Kontext besitzen. Zweitens sollten wir den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit geben, ihre eigenen

alternativen Modelle des Universums in der historischen Entwicklung wieder zu finden, denn es zeigt sich, dass ihre Modelle einige Merkmale mit den historischen Modellen gemeinsam haben, z.B. die geozentrische und die heliozentrische Sicht. Unsere Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Modelle umso fortgeschrittener und konsistenter werden, je stärker die Schülerinnen und Schüler ihre Beobachtungen mit dem Modell erklären wollen. Im Unterricht sollte daher darauf geachtet werden, dass die Phänomene nicht nur beschrieben, sondern auch Erklärungen für sie gesucht und gegeben werden. Entsprechend können die Schülerinnen und Schüler erklärungsmächtige Modelle entwickeln und zur Erklärung anwenden.

Die Autorinnen



Simone Seitz studierte in Köln Lehramt für Sonderpädagogik. Sie unterrichtete an verschiedenen Grundschulen mit Integration und an einer Sonderschule, ehe sie 2001 im

Rahmen des Promotionsprogramms „Lehr-Lernforschung: Didaktische Rekonstruktion“ als Georg-Christoph-Lichtenberg-Stipendiatin an die Universität Oldenburg kam. 2002 ging Seitz als wiss. Mitarbeiterin an die Pädagogische Hochschule Heidelberg. Bei der vorgestellten Studie handelt es sich um die im Fach Sachunterricht angesiedelte und von Prof. Dr. Astrid Kaiser (Universität Oldenburg) betreute Dissertation. Zu den Arbeits- und Forschungsschwerpunkten von Seitz zählen die Inklusive Pädagogik und Didaktik sowie die Didaktik des Sachunterrichts.



Shu-Chiu Liu erwarb ihren Bachelor in Geowissenschaften 1994 an der National Central University in Taiwan und - nach einigen Jahren der Tätigkeit als Naturwissenschaftslehlerin - ihren Master in

Naturwissenschaftsdidaktik 1998 an der Universität York in England. Seit 2001 arbeitet sie als Georg-Christoph-Lichtenberg-Stipendiatin an ihrer Dissertation in Physikdidaktik in der Arbeitsgruppe „Didaktik und Geschichte der Physik“ von Dr. Falk Rieß. Das Vorhaben ist Teil des Promotionsprogramms „Lehr-Lernforschung - Didaktische Rekonstruktion“.