

Schletter, Jens Christoph; Bayrhuber, Horst
**Lernen und Gedächtnis - Kompartimentalisierung von Schülervorstellungen
und wissenschaftlichen Konzepten**

Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 4 (1998) 3, S. 19-34



Quellenangabe/ Reference:

Schletter, Jens Christoph; Bayrhuber, Horst: Lernen und Gedächtnis - Kompartimentalisierung von Schülervorstellungen und wissenschaftlichen Konzepten - In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 4 (1998) 3, S. 19-34 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-315339 - DOI: 10.25656/01:31533

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-315339>

<https://doi.org/10.25656/01:31533>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<https://www.leibniz-ipn.de>

Nutzungsbedingungen

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

Terms of use

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

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

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

JENS CHRISTOPH SCHLETTER UND HORST BAYRHUBER

Lernen und Gedächtnis - Kompartimentalisierung von Schülervorstellungen und wissenschaftlichen Konzepten

Zusammenfassung:

Im gegenwärtigen Unterricht zum Thema "Sinnesorgane und Nervensystem" in der gymnasialen Oberstufe werden neurobiologische Inhalte häufig ohne Bezug zu Alltagsproblemen der Schülerinnen und Schüler vermittelt. Soll dies im Unterricht jedoch erfolgen, so stellt sich das Problem, Beziehungen zwischen den vorunterrichtlichen Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler, die vermutlich wesentlich durch unmittelbare Erfahrungen mit Lern- und Gedächtnisprozessen bestimmt sind, und den im Unterricht zu vermittelnden wissenschaftlichen Konzepten herzustellen. Aufgrund einer unzureichenden Literaturlage wurden die entsprechenden Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern der gymnasialen Oberstufe mit Hilfe von offenen Interviews erhoben. Die Probanden wurden darin sowohl zu neurobiologischen und psychologischen Aspekten des Themas als auch zu ihren persönlichen Erfahrungen mit Lern- und Gedächtnisprozessen befragt. Die qualitative Auswertung der Interviews bestätigte die Hypothese, daß die Vorstellungen der Befragten im wesentlichen durch deren unmittelbare Erfahrungen geprägt sind. Es zeigte sich weiterhin, daß Schülerinnen und Schüler typischerweise kaum Verbindungen zwischen ihren Vorstellungen und den in der Sekundarstufe I vermittelten neurobiologischen Konzepten herstellen, so daß davon ausgegangen werden muß, daß es sich um zwei voneinander isolierte Wissensbestände handelt.

Abstract:

Current instruction on neurobiological topics at upper secondary level often focuses on neuroanatomical and neurophysiological content and fails to address problems which are relevant for students' everyday lives. In an instructional attempt which aims to overcome this deficit, it is necessary to generate links between students' preinstructional conceptions which are likely to be based mainly on personal experiences and the scientific concepts that are to be taught during instruction. Because only very few results are reported in literature concerning students' conceptions of learning and memory, these conceptions were examined in the study presented here using open interviews. Students were asked about neurobiological and psychological aspects of this topic as well as about their personal experiences with learning and memory. Qualitative analysis of the interviews fostered the hypothesis that students' conceptions are mainly based on personal experiences. Analysis further revealed that students typically fail to connect their personal experiences with the scientific concepts they were taught earlier in school. This leads to the conclusion that students' knowledge is comprised of different compartments.

1. Einleitung

Die Neurobiologie gilt als eine der biologischen Disziplinen, von der in Zukunft besonders wichtige Erkenntnisfortschritte erwartet werden. Auch beschäftigt sich die moderne Neurobiologie mit Themen, wie z.B. Drogenwirkung, Altersdemenzen oder auch Lernen und Gedächtnis, die einen direkten Bezug zum täglichen Leben haben. Im Gegensatz zu dieser Entwicklung in der Wissenschaft werden solche Aspekte im Unterricht der Sekundarstufe II bislang nur ungenügend berücksichtigt. In den Fällen, in denen neurobiologische Inhalte vermittelt werden,

beschränkt sich der Unterricht in der Regel darauf, neurophysiologische und neuroanatomische Fakten zu vermitteln, ohne dabei Aspekte der modernen Neurobiologie zu berücksichtigen oder auch Bezüge zum Alltag der Schülerinnen und Schüler herzustellen.

Das Ziel der im folgenden beschriebenen Studie lag darin, typische Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe II zum Thema "Lernen und Gedächtnis" zu erheben. Auf dieser Basis soll in einer Folgestudie (Interventionsstudie) geprüft werden, ob die explizite Berücksichtigung dieser Schülervorstellungen eine Wissenskompartimentalisierung (Mandl et al., 1993) verhin-

dert und die Integration von wissenschaftlichen Konzepten mit den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler erreicht werden kann.

Im Gegensatz zu anderen biologischen Themen wie z.B. Photosynthese oder Genetik lassen sich in der Literatur nur sehr vereinzelt Ergebnisse darüber finden, welche Vorstellungen Schülerinnen und Schüler zum Thema "Lernen und Gedächtnis" sowie dessen neurobiologischen und psychologischen Grundlagen haben. So befindet sich unter allen in der Bibliographie von Pfundt und Duit (1994) aufgeführten Studien über Schülervorstellungen zu biologischen Themen nur eine einzige, die sich mit Vorstellungen zum Gehirn befaßt (Johnson & Wellmann, 1982).

Weitere Informationsquellen über Schülervorstellungen zum Lernen bilden Studien über Vorstellungen vom Lernprozeß und Schulerfolg (z.B. Aguire & Haggerty, 1993; Berry & Sahlberg, 1996; Stipek & Gralinski, 1996). Diese geben jedoch ebensowenig Einblick in Vorstellungen zu den neurobiologischen Grundlagen des Lernens, zu zentralen Begriffen der Kognitionspsychologie oder in Vorstellungen zur Informationsverarbeitung im Gehirn wie Untersuchungen zum selbstgesteuerten Lernen, in denen Schüler und Studenten ebenfalls nach ihren Lernkonzepten befragt wurden (z.B. Baird & Northfield, 1992; Haller, Child & Walberg, 1988; Mc Combs & Marzano, 1990; Säljö, 1979; Simons, 1992; White, 1993).

Aufgrund dieser unzureichenden Literaturlage wurden 20 Schülerinnen und Schüler der gymnasialen Oberstufe zu ihren Vorstellungen von Lernen und Gedächtnis befragt. Diese Interviews wurden mit Hilfe qualitativer Methoden ausgewertet.

Die Ergebnisse stellen eine wichtige Grundlage zur Entwicklung einer Unterrichtseinheit zum Thema "Lernen und Gedächtnis" dar, in der typische Schülervorstellungen explizit berücksichtigt werden. Diese Unterrichtseinheit soll in der oben erwähnten Interventionsstudie eingesetzt werden.

2. Zur Erhebungsmethode

Zur Erhebung der Schülervorstellungen wurde die von White und Gunstone (1992) vorgeschlagene Technik des "Interviews über Begriffe" (Interview about Concepts) eingesetzt. Diese Interviewform wurde von den genannten Autoren entwickelt, um die Summe aller Wissenseinheiten, die eine Person zu einem bestimmten Begriff besitzt, erfragen zu können. White und Gunstone (a.a.O.) entwickelten unter Verwendung der gängigen kognitionspsychologischen Repräsentations- und Prozeßannahmen ein Kategoriensystem unterschiedlicher Wissenstypen (types of knowledge) für die Konstruktion von Interviewleitfäden. Dieses umfaßt im wesentlichen außer Propositionen ("propositions"), mentalen Bildern ("images") und episodischem Wissen ("episodes") auch intellektuelle und motorische Fähigkeiten und Fertigkeiten ("intellectual" and "motor skills"). Nach White und Gunstone (a.a.O.) ist das Wissen von einem Begriff eine Funktion der Menge der verschiedenen Wissenstypen, die eine Person mit diesem in Verbindung bringt. Aufgrund der Unterteilung in verschiedene Wissenskategorien eignet sich das Interview über Begriffe besonders zur Erhebung vorunterrichtlicher Schülervorstellungen, d.h., des Vorwissens, das Schülerinnen und Schüler zu einem bestimmten Thema haben; zu Schülervorstellungen zählen hier also neben dem propositionalen Wissen (im Sinne deklarativen Faktenwissens) auch im Gedächtnis gespeicherte autobiographische Erfahrungen (im Sinne episodischen Wissens), mentale Bilder sowie intellektuelle und motorische Fähigkeiten.

Die Interviews dienten dazu, einen Überblick über die gängigen Schülervorstellungen von Lernen und Gedächtnis zu erhalten, um darauf aufbauend Unterrichtsmaterialien entwickeln zu können. Um die Ergebnisse der Interviews mit verschiedenen Probanden vergleichen zu können, wurde ein Fragenkatalog (Interviewleitfaden) für die Interviews entwickelt (vgl. Bortz & Döring, 1995). Alle Schülerinnen und Schüler beantworteten jede

Frage des Leitfadens. Durch zusätzliche Fragen, die sich aus der jeweiligen Interviewsituation ergaben, wurde auf bestimmte Äußerungen der Schülerinnen und Schüler individuell eingegangen (vgl. Lamneck, 1993a). Demnach handelte es sich um offene, teilstrukturierte Interviews.

In inhaltlicher Hinsicht deckte der Leitfaden verschiedene Aspekte des Themas "Lernen und Gedächtnis" ab. Er enthielt Fragen aus zwei Wissensgebieten, der *Neurobiologie* und der *Psychologie* sowie Fragen zum *Kontext schulischen Lernens*. Anhand des Lehrplans von Schleswig-Holstein wurde sichergestellt, daß die neurobiologischen Inhalte, nach denen gefragt wurde, im Unterricht der Sekundarstufe I behandelt werden. Psychologische Inhalte sind nicht Thema dieser Schulstufe.

Die erste Fassung des Leitfadens wurde im Rahmen von 15 explorativen Probeinterviews erprobt. Dabei führten einige Fragen bei den Probanden zu Verständnisschwierigkeiten. Aus diesem Grund wurden sowohl einzelne Fragen als auch die Reihenfolge der Fragen verändert. Die endgültige Version des Leitfadens umfaßte 23 Fragen mit zahlreichen Unterfragen.

Die Interviews gliederten sich in zwei Teile. Im ersten Teil wurden vorwiegend Fragen zu psychologischen Aspekten von Lernen und Gedächtnis und zum Lernen in der Schule gestellt, im zweiten Teil ging es um neurobiologische Inhalte. Es wurde also mit Fragen begonnen, die einen stärkeren Alltagsbezug besitzen. Das erleichterte den Interviewten den Einstieg in die Thematik. Beide Teile des Interviewleitfadens begannen mit allgemeinen Fragen, an die sich zunehmend speziellere Fragen anschlossen. In den Interviews bewährte sich dieses Vorgehen; denn in den Antworten auf die allgemein gehaltenen Anfangsfragen verwendeten die Interviewten bereits eine Reihe von Begriffen, auf die später im Detail eingegangen wurde. Dadurch konnte weitgehend vermieden werden, daß die Befragten Termini verwendeten, die vom Interviewleiter vorgegeben worden waren, deren Bedeutung sie jedoch nicht kannten.

Sofern die Befragten bereits auf Inhalte eingingen, die Gegenstand späterer Fragen sind, wurde die Abfolge der Fragen verändert. Zu dieser Flexibilität raten z.B. Pines et al (1978).

3. Datenerhebung und Auswertung

Es wurden 20 Schülerinnen und Schüler aus Biologieleistungskursen von drei Kieler Schulen in Einzelinterviews befragt. Die Teilnahme an den Interviews war freiwillig, es wurden also nicht alle Mitglieder eines Kurses einbezogen. Die Probanden wurden über das Interviewthema erst zu Beginn des Interviews informiert. Sie kamen nachmittags ins Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel (IPN) zum Interview. Die Interviews dauerten ohne Vor- und Nachbesprechung etwa eine Stunde. Sie wurden auf Audiokassetten aufgenommen und anschließend wörtlich transkribiert.

Die Auswertung der Interviews erfolgte zunächst nach der von White und Gunstone (1980, 1992) vorgeschlagenen Methode. Demgemäß wurden die im Transkript vorliegenden Antworten der Schülerinnen und Schüler in Einzelaussagen umformuliert. Die zentralen Begriffe, die in diesen Aussagen vorkommen, wurden dann in ein Concept - Map eingetragen. Die Art und der Grad der Vernetzung der Begriffe sollte darüber Auskunft geben, in welcher Form das Wissen organisiert ist, und ob es in voneinander relativ stark separierte Wissensbereiche aufgeteilt ist oder nicht. Wenngleich sich das oben genannte Kategoriensystem unterschiedlicher Wissenstypen zur Konstruktion des Interviewleitfadens als ausgesprochen hilfreich erwies, weil Schülervorstellungen damit umfassend erhoben wurden, so traten bei der Entwicklung von Concept - Maps nach dem Vorschlag der Autoren jedoch Schwierigkeiten auf. Die Aufgliederung der Antworten in Einzelaussagen erwies sich als problematisch, da durch diesen Schritt in vielen Fällen der Kontext der Aussagen verloren ging und damit Sinnzusam-

menhänge zerstört wurden. Weiterhin konnten die umfangreichen Datenmengen von durchschnittlich 17 Seiten Transkript pro Interview auf diese Weise in angemessener Zeit nicht bewältigt werden. Außerdem erlaubte es die Vielzahl der in den Interviews genannten Begriffe nicht, übersichtliche Concept - Maps herzustellen. Um die Fülle des Materials zu bewältigen, mußten die Aussagen der Interviewten zusammengefaßt werden, wobei die Transkripte nicht verfälscht werden durften. Weiterhin mußte ein Weg gefunden werden, das Textmaterial anhand theoretisch begründeter Kriterien zu interpretieren, ohne es zuvor auf die oben beschriebene Art in seine Bestandteile zerlegen zu müssen. Als brauchbare Vorgehensweise boten sich reduktive Verfahren der qualitativen Inhaltsanalyse, z.B. nach Lamnek (1993) oder Mayring (1995) an. In Anlehnung an diese Methoden wurde ein siebenstufiges Analyseinstrument entwickelt, das die folgenden Schritte umfaßt:

1. Erstellen eines Kategoriensystems auf der Basis neurobiologischer und psychologischer Theorien und von Ergebnissen der Probeinterviews;
2. Transkription des Materials;
3. Paraphrasierung und Streichung von Dubletten in den einzelnen Interviews;
4. Überprüfung der Paraphrasen anhand des Ausgangsmaterials;
5. Zuordnung der Paraphrasen zu Elementen des Kategoriensystems;
6. Überprüfung des Kategoriensystems auf Vollständigkeit;
7. Zusammenstellung inhaltsgleicher Paraphrasen aus allen Interviews sowie solcher, die sich nicht zusammenfassen ließen, in einer Gesamtübersicht.

Um das Kategoriensystem zu entwickeln wurden die Aussagen der Befragten hinsichtlich verschiedener neurobiologischer und psychologischer Grundbegriffe (Lernen, Gedächtnis, Gehirn) charakterisiert. Zweitens wurden die Äußerungen im Hinblick auf die kognitive Struktur der Befragten interpretiert. Dabei wurde außer auf die kognitionspsychologische

Trennung verschiedener Repräsentationsformate (Propositionen, Episoden, mentale Bilder, motorische und intellektuelle Fähigkeiten; White & Gunstone, a.a.O.) auch auf die Hypothese der Wissenskompartimentalisierung (Mandl et al., 1993) zurückgegriffen. Dementsprechend erfolgte die Analyse anhand der folgenden drei Fragestellungen:

- Welche inhaltlichen Vorstellungen haben Schülerinnen und Schüler vom Gedächtnis, vom Gehirn und vom Lernen?
- Durch welche der verschiedenen Dimensionen der kognitiven Struktur (Propositionen, Episoden, mentale Bilder, motorische und intellektuelle Fähigkeiten) sind die vorunterrichtlichen Schülervorstellungen gekennzeichnet?
- Lassen sich die Vorstellungen hinsichtlich unterschiedlicher Ursprünge (z.B. wissenschaftliches Wissen / Alltagswissen) charakterisieren und stellen die Schülerinnen und Schüler zwischen ihren Vorstellungen unterschiedlicher Herkunft Verbindungen her oder nicht?

Die oben angeführten Fragen ergaben sich aus neurobiologischen und psychologischen Theorien zum Thema "Lernen und Gedächtnis" sowie aus Ergebnissen von Untersuchungen über Schülervorstellungen zum Lernprozeß, die auch die Entwicklung des Interviewleitfadens mitbestimmten. Um die relativ begrenzten Kenntnisse hinsichtlich häufig vorkommender Schülervorstellungen auf eine breitere Basis zu stellen, wurden vor Beginn der eigentlichen Befragung 15 Probeinterviews durchgeführt. Die Analyse dieser Interviews führte zu Vorannahmen, die der weiteren Ausdifferenzierung der theoretisch begründeten Kategorien dienten. Durch dieses Verfahren erhielt das Kategoriensystem sowohl eine theoretische als auch eine empirische Basis. In der folgenden Tabelle wird ein Überblick über das Kategoriensystem gegeben. Der Übersichtlichkeit wegen werden hier nur die Oberkategorien sowie die in ihnen enthaltenen Kategorien erster Ordnung angeführt; diese wurden für die Analyse weiter ausdifferenziert.

| Art der Kategorien | Oberkategorien | Kategorien 1. Ordnung |
|------------------------------------|--|---|
| Inhaltliche Kategorien | Lernen | inhaltliche Vorstellungen vom Lernen |
| | | Lernstrategien |
| | Gedächtnis und -abruf | inhaltliche Vorstellungen vom Gedächtnis |
| | | Informationsverarbeitung, -speicherung |
| | | Vergessen |
| | Gehirn | anatomische Grobstruktur des Gehirns |
| zelluläre Feinstruktur des Gehirns | | |
| Kategorien zur Wissensstruktur | Kategorien zur kognitiven Struktur | Propositionen (deklaratives Faktenwissen) |
| | | Episoden |
| | | Mentale Bilder |
| | | Fähigkeiten und Fertigkeiten |
| | Kategorien zur Wissenskompartimentalisierung | Ursprung der Vorstellungen |
| | | Verknüpfung der Vorstellungen |

Tabelle 1: Auswertungskategorien der Interviews

Alle Interviews wurden vollständig und wörtlich transkribiert. Bei der Transkription wurden nur die verbalen Äußerungen der Befragten wiedergegeben, bedeutungsirrelevante Teile, wie "äh" oder "hm" wurden weggelassen. Auch wurde darauf verzichtet, Pausenlängen und andere nonverbale Mitteilungen zu notieren.

Die Analyse der Interviewdaten erfolgte in zwei Schritten. Im ersten Schritt wurden die Aussagen eines jeden Interviews zusammengefaßt. Bei dieser Reduktion wurden die einzelnen Aussagen der Befragten zunächst paraphrasiert und im Hinblick auf die verschiedenen Dimensionen der kognitiven Struktur erstmals kodiert. Im Anschluß daran wurden Dubletten, also sinngleiche Paraphrasen eliminiert. Anhand der Transkripte wurde hinterher geprüft, ob die Paraphrasen die Bedeutung der ursprünglichen Aussagen wiedergeben. Dann wurden die paraphrasierten Aussagen zusätzlich dadurch kodiert, daß sie den verschiedenen inhaltlichen Auswertungskate-

gorien zugeordnet wurden. Im Rahmen dieser Zuordnung wurde das ursprüngliche Kategoriensystem auf Vollständigkeit hin überprüft. Modifikationen waren dabei jedoch nicht nötig. Die Zuordnung der Paraphrasen der einzelnen Interviews zu den Kategorien wurde in einer Gesamtübersicht über alle Interviews zusammengefaßt. Daraus ergab sich ein Überblick über die Häufigkeit von bestimmten Vorstellungen, die von den Schülerinnen und Schülern geäußert wurden, sowie ein Eindruck von der Vielfalt der genannten Vorstellungen.

Im Rahmen der Analyse ordnete ein zweiter unabhängiger Auswerter einen Teil der Transkripte den genannten Kategorien zu. Damit sollte geprüft werden, ob das inhaltsanalytische Gütekriterium der Interraterreliabilität erfüllt wurde (Validitätsprüfung, vgl. Flick, 1995). Der anschließende Vergleich der Kategorisierung zwischen beiden Interratern zeigte eine weitgehende Übereinstimmung, nur in wenigen Fällen ergaben sich Unstimmigkeiten.

4. Ergebnisse

Bei der Darstellung der Ergebnisse wird hier in der Regel nur auf solche Vorstellungen eingegangen, die von der Mehrzahl der befragten Schülerinnen und Schüler geäußert wurden. Diese Vorstellungen stellen eine wichtige Grundlage für die Entwicklungsarbeiten an den Unterrichtsmaterialien, die in einer Folgestudie genutzt werden sollen, dar.

Vorstellungen, die nur von wenigen oder einzelnen Schülerinnen und Schülern genannt wurden, konnten in der Regel in den Unterrichtsmaterialien nicht berücksichtigt werden.

4.1 Analyseergebnisse anhand inhaltlicher Kategorien

Die Analyse der Interviews zeigte, daß die Schülerinnen und Schüler eine Fülle von Vorstellungen zum Thema "Lernen und Gedächtnis" besitzen, die sich den in Tabelle 1 genannten sieben inhaltlichen Kategorien zuordnen lassen. In Tabelle 2 werden Beispiele für Antworten auf bestimmte Interviewfragen gegeben. Ergänzend ist deren Kodierung innerhalb der entsprechenden Kategorien angegeben. Im Anschluß an die Tabelle wird näher auf verschiedene Vorstellungen eingegangen (Schüleräußerungen werden dabei in Kleindruck dargestellt).

Lernen

| inhaltliche Vorstellungen vom Lernen | Lernstrategien |
|---|--|
| Frage: Was verstehst du ganz allgemein unter Lernen? | Frage: Wie bereitest du dich auf eine Klausur vor? |
| Antwort: Unter Lernen verstehe ich, daß man sich zu einem Thema Wissen aneignet und sich auf Prüfungen vorbereitet. sondern mache das immer so kurz, wie es geht. | Antwort: Ich lese mir alles noch einmal durch und dann lese ich mir die wichtigsten Punkte noch einmal durch. Ich schreibe mir nie etwas heraus, |
| Kodierung: schulbezogenes Lernverständnis | Kodierung: reproduktive Lernstrategien |

Gehirn

| anatomische Grobstruktur des Gehirns | zelluläre Feinstruktur des Gehirns |
|--|---|
| Frage: Wenn man die Gehirne von zwei Menschen nebeneinander legen würde, gäbe es da erkennbare Unterschiede? | Frage: Wie sieht denn eine Nervenzelle aus? |
| Antwort: Wahrscheinlich schwankt die Größe ein wenig. Ich denke die Farbe und die Konsistenz sind gleich. Bei den Windungen gibt es bestimmte Unterschiede, die Anzahl der Windungen hat etwas mit der Intelligenz zu tun, und irgendwie glaube ich, daß sich das individuell unterscheidet. | Antwort: Ich habe das mal gesehen, die sehen so aus wie Kringel, wenn man das Rückenmark präpariert, gibt es große und kleine Kringel. Ich weiß aber nicht mehr, wofür die großen und die kleinen Kringel zuständig sind. |
| Kodierung: funktionsell - anatomisch falsche Vorstellung | Kodierung: defizitäre Nervenzellvorstellung charakterisiert durch Analogiebildung |

Gedächtnis

| inhaltliche Vorstellungen vom Gedächtnis | Informationsverarbeitung, -speicherung und -abruf | Vergessen |
|--|---|--|
| Frage: Wie würdest du dein Gedächtnis malen? | Frage: Wie gelangen Informationen in das Gedächtnis hinein? | Frage: Was passiert denn eigentlich mit den gespeicherten Informationen, die man vergißt? |
| Antwort: Ganz bildlich dargestellt, würde ich sagen, es ist ein Schrank, und da zieht man dann so Schubladen raus. Und dann sind in der einen Schublade lauter emotionale Sachen, die man mal erlebt hat, und in einer anderen Schublade sind dann halt Sachen für Biologie, für Erdkunde oder so. | Antwort: Vielleicht kann man das ganze ja erstmal als Fließband sehen, alles was wir gesagt haben, alles was wir jetzt aufnehmen, was ich jetzt sehe, geht rein, auf dem Fließband, und dann wird aussortiert. Was mir auffällt, was wichtig ist, bestimmte Sachen. Und dann wird aussortiert, vielleicht ein Sieb, wo alles unten durchfällt, oder so. | Antwort: Die lösen sich auf, die muß man wieder vollkommen neu erlernen. Entweder man erinnert sich später noch mal daran, dann hat man sie aber nicht vergessen, oder man muß es neu lernen, dann erscheint einem das auch wieder vollkommen neu, so als ob man das noch nie vorher gelesen hat, auch wenn man es schon vorher einmal kurzzeitig gelernt hat. |
| Kodierung: statistisches Gedächtnismodell | Kodierung: gerichteter Informationsfluß | Kodierung: Vergessen durch Löschen von Informationen |

Tabelle 2: Beispiele für die Zuordnung von Schüleräußerungen zu inhaltlichen Kategorien

Die **inhaltlichen Vorstellungen vom Lernen** sind für mehr als zwei Drittel der befragten Schülerinnen und Schüler vor allem durch die Unterscheidung zwischen dem Lernen in der Schule und für die Schule und dem Lernen im Alltag gekennzeichnet. Ersteres umfaßt vor allem die häusliche Vorbereitung auf Klausuren mit Hilfe von Büchern oder Hefen, daneben jedoch auch die Arbeit in den Unterrichtsstunden. Lernen in diesem Sinne ist durch das Einprägen und Wiedergeben von Wissen gekennzeichnet. Da das Lernen im Alltag nicht mit den für das (schulbezogene) Lernen typischen Tätigkeiten verknüpft ist, wird es von den Befragten in der Regel nicht als Lernen bezeichnet. Viele von ihnen nennen es "Erfahrungen machen".

Unter Lernen verstehe ich die Aufnahme, die Verarbeitung und die Speicherung von neuen

Sachen, z.B. in Mathe. Lernen ist für mich Lernen in der Schule, außerhalb der Schule sammelt man Erfahrungen für das Leben, z.B. wenn man das erste Mal eine Freundin hat.

Die grundlegenden Unterschiede zwischen den beiden Lernarten verdeutlichen die befragten Schülerinnen und Schüler auf verschiedene Weise. So trifft man bei mehr als drei Vierteln der Befragten die Äußerung an, das Lernen in der Schule sei dadurch gekennzeichnet, daß dabei Informationen nur kurzfristig gespeichert werden, wohingegen im Alltag erworbene Informationen über lange Zeit behalten werden. Dies bringen die Schülerinnen und Schüler, die sich so äußern, mit der Wichtigkeit der gespeicherten Information in Zusammenhang: wichtige Informationen werden lange behalten, Unwichtiges vergißt man schnell wieder. Diese Befragten

erklären das damit, daß unwichtige Informationen wie z.B. Vokabeln nur im Kurzzeitgedächtnis gespeichert werden.

Anhand der von den Schülerinnen und Schülern berichteten **Lernstrategien** muß die Mehrheit der Befragten eher einem transmissiven als einem konstruktiven Lerntyp zugeordnet werden (vgl. Vermunt & Van Rijswijk, 1988). So nutzen nach eigenen Aussagen drei Viertel der befragten Schülerinnen und Schüler ausschließlich reproduktive Strategien zur Klausurvorbereitung. Im Gegensatz dazu berichtet nur ein Viertel der Befragten, daß sie sich darüber hinaus aktiv bemühen, die zu lernenden Inhalte neu zu strukturieren und dadurch das Verständnis zu erleichtern.

Diese beiden Sichtweisen sollen anhand der folgenden Zitate verdeutlicht werden:

Bei Klausurvorbereitungen lese ich mir meistens erst alles durch, was ich mir aufgeschrieben habe, und was wir dazu im Buch gemacht haben. Und dann lese ich mir das noch mal durch und schreibe mir dabei die wichtigsten Sachen raus. Und dann lese ich mir nachher immer wieder diese wichtigsten Sachen durch, bis ich sie dann, ja, was heißt auswendig kann, bis ich sie behalten habe.

Ich meine, Lernen müßte eigentlich immer kreativ sein. Sich kreativ mit dem Stoff auseinandersetzen, über andere Möglichkeiten nachzudenken, wie es noch sein könnte, warum bestimmte Möglichkeiten ausgeschlossen sind. Ich lerne Dinge besonders gut, wenn ich mir das ansehen kann, wenn ich mir das bildlich vorstellen kann oder wenn ich irgend etwas schreibe. Auch lerne ich besonders gut, wenn mich ein Thema besonders interessiert und ich vielleicht schon Vorwissen dazu habe.

Die Vorstellungen, die die Schülerinnen und Schüler vom **Gedächtnis** haben, sind in aller Regel dadurch geprägt, daß die Befragten kaum Verbindungen zwischen dem eigenen Erleben und den biologischen Grundlagen des Gedächtnisses auf der anderen Seite herstellen. Da die Befragten auch kaum über psychologisches Wissen verfügen, beziehen sie sich normalerweise auf Tätigkeiten im Alltag, um die erfragten Konzepte zu erklären. Dies zeigt sich besonders deutlich im Fall der von den Schülerinnen und Schülern genannten **inhaltlichen Vorstellungen vom Gedächtnis**.

Mehr als die Hälfte der Befragten vergleicht das Gedächtnis mit einem Computer, einer Bibliothek oder einem Schrank mit verschiedenen Schubladen. Die Hälfte aller Schülerinnen und Schüler vertritt die Auffassung, die verschiedenen Informationen seien im Gedächtnis thematisch geordnet und würden isoliert voneinander gespeichert. Die folgenden Aussagen sind Beispiele dafür:

Ich stelle mir das Gedächtnis wie einen Computer vor, wie eine Festplatte, auf der die Informationen in einzelnen Dateien gespeichert werden.

Ich würde das Gedächtnis als so eine Art Schrank mit lauter Schubladen darstellen, in denen die Informationen abgelegt werden. Und manche Informationen kommen dann in eine Schublade, weil sie zur gleichen Kategorie gehören.

Nur ein Drittel der Befragten beschreibt kein Gedächtnismodell. Von diesen Schülerinnen und Schülern verweisen drei Viertel darauf, daß das Gedächtnis im Gehirn liegt und erläutern dessen Aufbau dann nicht weiter.

Unabhängig von verschiedenen Gedächtnismodellen sehen nahezu drei Viertel der Befragten die im Gedächtnis gespeicherten Informationen als Abbild der Außenwelt an. **Informationsverarbeitung** ist aus Sicht vieler Befragten außerdem auf das Sortieren und Ablegen dessen beschränkt, was durch die Sinne aufgenommen wird. Dementsprechend fließen Informationen im Verständnis von fast zwei Dritteln der Schülerinnen und Schüler streng gerichtet von der Außenwelt über die Sinnesorgane zum Kurzzeit- und dann zum Langzeitgedächtnis. Über die Verarbeitung von neuen Informationen im Sinne einer Verknüpfung mit bereits gespeichertem Wissen sind sich die Schülerinnen und Schülern meist nicht im klaren, statt dessen gehen fast alle Befragten davon aus, daß einige Informationen aufgrund einer ihnen innewohnenden Wichtigkeit aufgenommen und gespeichert werden. Weniger als ein Drittel der Befragten nennt weitere Faktoren, die die Speicherung beeinflussen, wobei die Hälfte von ihnen angibt, daß diese im wesentlichen durch

bewußte Anstrengung (z.B. Wiederholung) gefördert wird. Dieses Ergebnis stimmt mit den Resultaten zahlreicher anderer Untersuchungen überein, in denen gezeigt werden konnte, daß die überwiegende Mehrzahl der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich ihrer epistemologischen Position dem naiven Realismus zugerechnet werden können, demgemäß im Gehirn ein genaues Abbild der Außenwelt entsteht (vgl. z.B. Aguirre & Hagerty, 1993; Roth & Roychoudhury, 1993).

Informationen werden zunächst durch die Sinnesorgane aufgenommen, vor allem durch die Augen. Dann gelangen sie in das Gehirn, und werden dann dort irgendwie abgespeichert.

Die aus konstruktivistischer Sicht immer wieder hervorgehobene aktive Umgestaltung bereits vorliegender aber auch neuer Informationen beim Wissenserwerb spielt also in der Vorstellung der meisten Interviewten keine Rolle. Dementsprechend erfolgt aus Schülersicht die Informationsaufnahme von außen nach innen (stimulus - driven), dagegen wird die Rolle der (kontrollierten) Aufmerksamkeit in diesem Prozeß nicht gesehen. Nicht zuletzt die Erfahrung mit schulischen Prüfungen dürfte für die Stabilität dieser Annahme bei Schülern von besonderer Bedeutung sein, da in diesen Situationen die Reproduktion gelernter Inhalte den Schülern am wichtigsten zu sein scheint. Die Dimension der **Informationsverarbeitung** im Zusammenhang von Lernen und Gedächtnis ist also in der Vorstellung der Schüler von untergeordneter Bedeutung.

Die Vorstellungen der befragten Schülerinnen und Schüler von der **Informationsspeicherung** sind von der Idee bestimmt, die aufgenommenen Informationen müßten dauerhaft abgelegt werden, damit sie bei Gelegenheit wieder abgerufen werden können. Dementsprechend ist mehr als die Hälfte der Interviewten der Ansicht, Informationen würden in den Nervenzellen, z.B. in Form von speziellen Gedächtnismolekülen gespeichert.

Die Speicherung von Informationen im Gehirn stelle ich mir so vor, daß elektrische Ströme in die Zelle fließen, und die Informationen, wenn

sie zur Zelle gelangt, dann umgewandelt wird, in Eiweiß oder so.

Neben der zeitlichen Dauer der Speicherung spielt bei der Erläuterung vom Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis für fast alle Schülerinnen und Schüler die subjektive Wichtigkeit der gespeicherten Information eine bedeutende Rolle. In dieser Vorstellung erfüllt das Kurzzeitgedächtnis eine Sortierfunktion dergestalt, daß es unwichtige Informationen, wie z.B. Klausurstoff speichert, die nicht im Langzeitgedächtnis abgelegt werden. Das Langzeitgedächtnis ist nach dieser Vorstellung also für die dauerhafte Speicherung der wichtigen Informationen zuständig, das Kurzzeitgedächtnis für die vorübergehende Aufbewahrung der unwichtigen. Diese Sichtweise kommt in folgenden Zitaten zum Ausdruck:

Das Langzeitgedächtnis speichert wirklich wichtige Sachen, die nicht nur für eine Klausur wichtig sind, sondern die man für das spätere Leben braucht und das Kurzzeitgedächtnis für solche Sachen, die abrufbar sein müssen aber eben nur für einen bestimmten Zeitraum, z.B. Sachen, die im nächsten Semester nicht mehr wichtig sind. Schulische Sachen werden hauptsächlich im Kurzzeitgedächtnis gespeichert, und im Langzeitgedächtnis ist das, was man im Alltag so erlebt und dann an Erfahrungen behält.

Im Kurzzeitgedächtnis sind Dinge, die ich lerne, und die dann nur da für eine kurze Zeit gespeichert sind. Also wenn ich einen Tag vor der Klausur anfangen zu lernen, dann sind die Informationen in der Klausur noch da, aber kurz danach habe ich sie dann vergessen.

Im Hinblick auf das **Vergessen** unterscheiden zwei Drittel der Befragten zwischen einem zeitweiligen und einem endgültigen Vergessen. Unter zeitweisigem Vergessen wird dabei sowohl verstanden, daß man sich an bestimmte Informationen kurzfristig nicht erinnern kann, obwohl man es versucht (z.B. bestimmte Fakten während einer Klausur) als auch, daß man vergißt, bestimmte Dinge zu erledigen, weil man durch andere Tätigkeiten abgelenkt wird oder nicht daran denkt. Die Ursache für endgültiges Vergessen sehen mehr als zwei Drittel aller Schülerinnen und Schüler darin, daß die entsprechenden Informationen "gelöscht" werden und damit unwiederbring-

lich verloren sind. Nur ein Drittel der Befragten berücksichtigt bei der Erläuterung der Ursachen des Vergessens, daß Informationen im Laufe der Zeit "unschärfer" werden, d.h., daß der Vergessensprozeß graduell verläuft.

Beim Vergessen verblissen die Informationen, je länger es her ist, daß man sie erworben hat, desto schwieriger ist es, sie zurückzuholen. Daneben gibt es auch Informationen, die man ganz vergißt, z.B. Daten aus dem Geschichtsunterricht.

Die Ursache für ein zeitweiliges Vergessen sieht gut die Hälfte aller Befragten darin, daß die entsprechenden Informationen kurzfristig nicht abrufbar sind, wobei mehrere der interviewten Schülerinnen und Schüler dies mit einer Blockade erklärten, wie sie z.B. in einer Klausur auftritt. Auf die Frage nach den Ursachen für eine solche Blockade konnten die Schülerinnen und Schüler in der Regel keine Antwort geben.

Biologisches Basiswissen über das **Gehirn** ist bei den meisten Schülerinnen und Schülern nur in geringem Maße vorhanden, obwohl neurobiologische Themen in der Sekundarstufe I unterrichtet wurden. Es ist in der Regel fragmentarisch, oft sogar falsch. Die Befragten verwenden häufig neurobiologische Begriffe, ohne aber deren Bedeutung zu kennen. Zwar waren alle Schülerinnen und Schüler in der Lage, auf Fragen nach der **anatomischen Grobstruktur des Gehirns** zumindest einige Gehirnteile zu nennen, konnten jedoch meist über deren Funktion nur unzureichend Auskunft geben. Außerdem sind die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler in hohem Maße von idealtypischen Konzepten geprägt. So ist mehr als die Hälfte der Befragten der Meinung, die Gehirne zweier Menschen würden allenfalls hinsichtlich ihrer Größe differieren, darüber hinaus jedoch keine unterschiedlichen Merkmale aufweisen:

Ich würde sagen, zwischen den Gehirnen verschiedener Leute gibt es keine Unterschiede. Ich meine, die haben doch alle ihre festen Funktionen, die Gehirnbestandteile, und liegen auch an der gleichen Stelle. Ich würde sagen, die haben alle ihren festen Platz, gleiche Funktionen, gleiches Aussehen.

Wie aus dem Zitat deutlich wird, ist mit dieser Sichtweise auch die Vorstellung einer strengen Ordnung im Gehirn verbunden. So sind mehr als zwei Drittel der Schülerinnen und Schüler davon überzeugt, daß jeder Teil des Gehirns eine genau definierte Aufgabe erfüllt. Wenngleich eine solche Lokalisierbarkeit für einige Funktionen zutrifft, so stellt sie doch die Ausnahme dar, denn der Großteil der Gehirnfunktionen ist an das Zusammenwirken mehrerer Hirnbereiche gebunden.

Weiterhin war im Zusammenhang mit der **zellulären Feinstruktur des Gehirns** nur ein Viertel der befragten Schülerinnen und Schüler in der Lage, die Erregungsleitung zu erklären und etwas mehr als ein Drittel der Befragten weiß, worum es sich bei einer Synapse handelt und wie eine Nervenzelle (z.B. ein Motoneuron) aufgebaut ist. Auf die Frage nach dem mikroskopischen Bild von Gehirngewebe wurden von keinem der Befragten Nervenzellen und Gliazellen zusammen genannt. Die Hälfte der befragten Schülerinnen und Schüler erwähnte Nervenzellen, ein Viertel der Befragten hat die Vorstellung, es gebe außer Nervenzellen noch Zellen, die für die Gedächtnisspeicherung zuständig sind.

Die Nervenfasern leiten die Informationen weiter, und daneben gibt es noch Gedächtniszellen, in denen die Informationen am Ende landen.

4.2 Analyseergebnisse zur Unterscheidung der Vorstellungen im Hinblick auf verschiedene Wissensquellen

In einem zweiten Analyseschritt wurde geprüft, ob die Gesamtheit der von den Befragten geäußerten Vorstellungen einer einheitlichen Basis entspringt oder ob ihnen mehrere, voneinander unterscheidbare Wissensquellen (Quelle der eigenen Erfahrung bzw. wissenschaftlicher Ursprung) zugrunde liegen. Dieser Analyseschritt basierte auf der Hypothese, daß die Schülerinnen und Schüler über persönliche Erfahrungen mit Lernen und Gedächtnis verfügen, die von ihnen nicht mit den wissenschaftlichen Konzepten in Verbin-

dung gebracht werden. Für die Analyse wurden die Transkripte daraufhin geprüft, ob bzw. inwieweit die Befragten wissenschaftliche Konzepte nutzen, um ihre persönlichen Erfahrungen mit Lernen und Gedächtnis zu beschreiben. Weiterhin waren die Schülerinnen und Schüler am Ende der Interviews explizit aufgefordert worden, die von ihnen im Laufe des Interviews geäußerten Vorstellungen vom Gedächtnis mit den von ihnen ebenfalls im Interview angesprochenen wissenschaftlichen Konzepten in Verbindung zu bringen.

In den Transkripten zeigte sich, daß die Befragten nur vereinzelt wissenschaftliche Konzepte nutzen, um ihre persönlichen Erfahrungen mit Lernen und Gedächtnis zu erläutern. So nutzte nur eine Schülerin spontan ihr neurobiologisches Wissen, um zu erklären, was geschieht, wenn man etwas vergißt. Nachdem im Zusammenhang mit anderen Fragen die Rolle des Nervensystems bei der Informationsspeicherung besprochen war, wurde die Frage nach dem Vergessen erneut gestellt. Dabei lieferten die Hälfte aller Befragten weiterhin eine erfahrungsbasierte Erklärung, während die anderen zehn Schülerinnen und Schüler zumindest ansatzweise wissenschaftliche Konzepte in ihre Antwort

integrierten. Ein ähnliche Bild ergab sich im Zusammenhang mit der Interviewfrage nach den Wirkungen eines Lerntrainings. Weniger als ein Drittel der befragten Schülerinnen und Schüler versuchte mit Hilfe neurobiologischer oder psychologischer Konzepte eine Erklärung zu liefern.

Auch auf die Frage, wie die geäußerten Vorstellungen vom Gedächtnis zu den neurobiologischen Konzepten passen, war nur ein Viertel der Probanden in der Lage, inhaltliche Beziehungen, z.B. in Form von Analogien, zwischen beiden Bereichen herzustellen. Dies deutet darauf hin, daß die Befragten bei der Beschreibung ihrer Vorstellungen vom Gedächtnis nicht darauf geachtet haben, daß diese mit wissenschaftlichen Konzepten kompatibel sind. Insgesamt legte die Analyse somit die Interpretation nahe, daß sich das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler bzw. deren Vorstellungen in zwei Bereiche unterteilen läßt, zwischen denen nur wenige Interviewte Verbindungen herstellen. Die Probanden besitzen einerseits Wissen über Lernen und Gedächtnis, das aus **externen Quellen** stammt, wie z.B. aus dem Unterricht in der Mittelstufe, aus Zeitungen, Büchern oder dem Fernsehen (Abb.1: 1.).

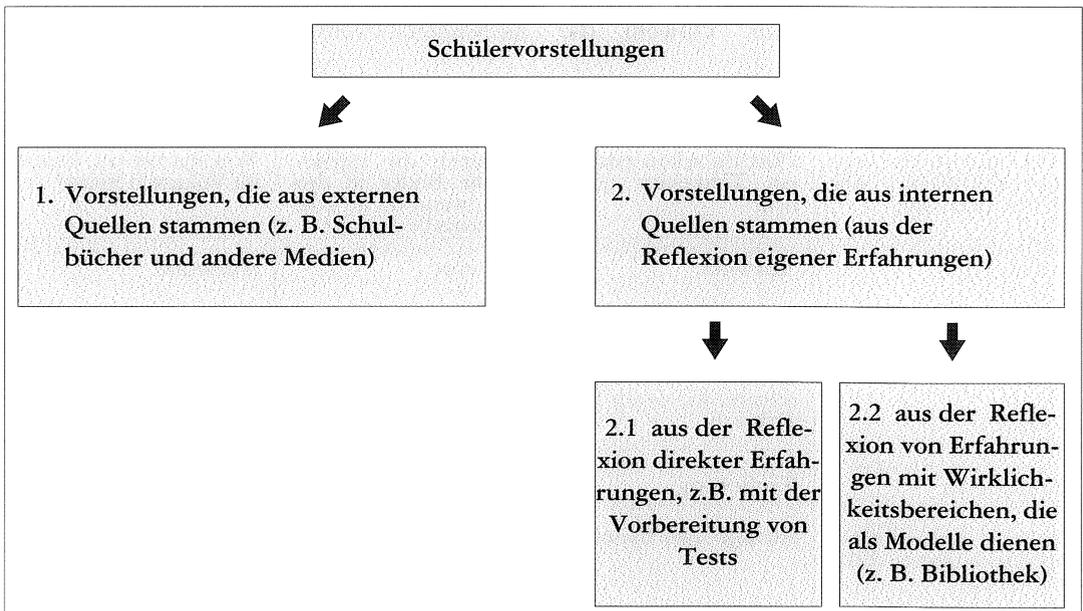


Abb. 1: Trennung von extern und intern basierten Schülervorstellungen

Nervenzellen besitzen nur wenige (bis zu zehn) Synapsen.

Andererseits verfügen sie über Wissen, das aus internen Quellen stammt (Abb.1: 2), also aus der Reflexion persönlicher Erfahrungen. Basis dieser Reflexion können einerseits direkte Erfahrungen mit Lern- und Gedächtnisprozessen sein, z.B. beim persönlichen Lernen bzw. der Aktivierung des eigenen Gedächtnisses (Abb.1: 2.1), andererseits können Tätigkeiten, die als Modell für Lernen bzw. Gedächtnis dienen, z.B. das Spielen mit dem Computer oder die Nutzung einer Bibliothek (Abb.1: 2.2) reflektiert werden. Die zugrunde liegenden Erfahrungen können dabei in Form von Episoden als auch in Form von Schemata bzw. Skripten (Schank & Abelson, 1977) kodiert sein.

In der Literatur wird kein einheitliches Klassifikationsschema für Schülervorstellungen verwendet. Die hier vorgenommene Differenzierung weist jedoch eine gewisse Nähe zu der Unterscheidung von Faktenwissen ("facts"; Abb.1: 1) und tief verwurzelten Überzeugungen ("entrenched beliefs"; Abb. 1:2), die u.a. von Vosniadou (1992) vorgenommen wird.

Die Klassifikation der Schülervorstellungen hinsichtlich ihres Ursprungs deutet auf die von Mandl et al. (1993) postulierte Wissenskompartimentalisierung hin. Obwohl die

Schülerinnen und Schüler in den Interviews zeigten, daß sie in beiden Bereichen zahlreiche Vorstellungen besitzen, knüpften sie nur selten Verbindungen zwischen dem Wissen aus Gruppe I, das letztlich aus der Wissenschaft stammt, und aus Gruppe II, dessen Ursprung in reflektierten Alltagserfahrungen liegt. Diese Trennung spiegelt sich auch darin wider, daß die Befragten in ihrem Lernbegriff unterscheiden zwischen dem eigentlichen (schulischen) Lernen und dem Lernen als Erwerb von Erfahrungen im Alltag.

4.3 Analyseergebnisse im Hinblick auf die kognitive Struktur

In einem weiteren Schritt wurden die Aussagen der Schülerinnen und Schüler, die mit den verschiedenen Dimensionen der kognitiven Struktur im Zusammenhang stehen, geordnet und kodiert. Zu diesem Zweck wurden die Kategorien Proposition (im Sinne deklarativen Faktenwissens), Episode, mentales Bild und intellektuelle und motorische Fähigkeit genutzt, wobei unter die letzte Kategorie nicht die Fähigkeiten selber sondern propositionale Aussagen über intellektuelle und motorische Fähigkeiten subsumiert wurden. In Tabelle 3 sind Beispiele für entsprechende Fragen und die Schülerantworten aufgeführt.

| | | | |
|--|--|--|---|
| Frage: Was kannst du mir über das Gehirn der Wirbeltiere sagen? | Frage: Hast du schon einmal ein Tiergehirn gesehen? | Frage: Kommen dir irgendwelche Bilder in den Sinn, wenn du an eine Nervenzelle denkst? | Frage: Was machst du, wenn du Vokabeln lernst? |
| Antwort: Das Wirbeltiergehirn besteht aus fünf verschiedenen Teilen. | Antwort: Ja, ich sah das Gehirn von einem Tier, als ich meinen Vater beobachtete, wie er ein Reh aufbrach. | Antwort: Ich stelle mir Nervenzellen rund vor, so wie alle anderen Körperzellen auch. | Antwort: Wenn ich Vokabeln lerne, wiederhole ich sie solange, bis ich sie auswendig kann. |
| Kodierung: Propositionale Aussage (deklaratives Faktenwissen) | Kodierung: Aussage über Episode | Kodierung: Aussage über mentales Bild | Kodierung: Aussage über Fähigkeiten |

Tabelle 3: Beispiele für die Zuordnung von Schüleräußerungen zu Kategorien der Wissensstruktur

Die Analyse ergab, daß die Schülerinnen und Schüler zwar vor allem über propositionales Faktenwissen verfügen, sei dieses nun fachlich richtig oder falsch, daß jedoch auch mentale Bilder, episodisches Wissen sowie intellektuelle Fähigkeiten und Fertigkeiten in den Vorstellungen der Befragten eine wichtige Rolle spielen.

Propositionales Faktenwissen besitzen alle Probanden in jedem der drei oben angeführten Inhaltsbereiche (Gehirn, Gedächtnis, Lernen), wenngleich in unterschiedlichem Maße. Die Äußerungen über neurobiologische Grundlagen ("Gehirn") sind vorwiegend durch propositionale Aussagen (im Sinne deklarativen Faktenwissens) gekennzeichnet. Viele derartige Äußerungen der Schülerinnen und Schüler entspringen offensichtlich dem Schulunterricht der Sekundarstufe I, so z.B. Aussagen über den Aufbau des Gehirns oder die Funktion von Nervenzellen. Hinsichtlich Gedächtnis und Lernen spielt das propositionale Faktenwissen nur eine untergeordnete Rolle.

Auf **mentale Bilder** greifen die Schülerinnen und Schülern hauptsächlich bei der Beschreibung von gegenständlichen Gedächtnismodellen sowie des Aufbaus und der Funktion von Nervenzellen und des Nervensystems zurück. Es lassen sich dabei zwei verschiedene Arten mentaler Bilder unterscheiden. Die einen entsprechen bestimmten idealtypischen Abbildungen in Schulbüchern oder anderen Medien. In den anderen, wie z.B. im Bild der Bibliothek oder des Schrankes, werden Bezüge zum Alltag deutlich. Letztere werden von den Befragten häufig genutzt, um Sachverhalte zu erklären oder weitere Schlußfolgerungen zu ziehen.

Über **episodisches Wissen** verfügen die Befragten in allen Inhaltsbereichen. Dieses wird häufig zur näheren Erläuterung von Faktenwissen genutzt. So begründeten mehrere Schülerinnen und Schüler ihre Vorstellung, das Kurzzeitgedächtnis speichere Informationen für ein bis zwei Tage damit, daß sie auf entsprechende Erfahrungen im Zusammenhang mit der Vorbereitung von Klausuren verwiesen.

Episodisches Wissen und Aussagen über

intellektuelle Fähigkeiten und Fertigkeiten kennzeichnen im wesentlichen die Vorstellungen vom Lernen und vom Gedächtnis. Demgegenüber verfügen die Befragten über nur wenig Faktenwissen auf diesen Gebieten.

5. Zusammenfassung der Ergebnisse und Diskussion

Aufgrund der geringen Stichprobengröße stellt die Generalisierbarkeit der Ergebnisse ein besonderes Problem dar (zur Generalisierbarkeit qualitativer Daten vgl. Lamneck, 1993). Es zeigen sich jedoch in den Aussagen vieler interviewter Schülerinnen und Schüler Gemeinsamkeiten. Dies deutet darauf hin, daß typische Vorstellungen von Lernen und Gedächtnis erhoben wurden, die somit auch in anderen Populationen vorkommen dürften. Diese Gemeinsamkeiten betreffen beispielsweise die Tatsache, daß Vorstellungen, die auf externen Quellen basieren und solche, die aus der Reflexion eigener Erfahrungen stammen, regelmäßig nebeneinander existierten. Das gleiche gilt für das vorunterrichtliche Konzept des Kurzzeitgedächtnisses. Zwar könnte nur eine größer angelegte quantitative Studie Aufschlüsse über die Häufigkeiten der verschiedenen Vorstellungen geben, die vorliegenden Ergebnisse deuten jedoch darauf hin, daß in der vorliegenden Studie typische Vorstellungen erhoben wurden und der diese dementsprechend eine relativ verlässliche Basis für die Entwicklung einer Unterrichtseinheit bilden. Die vorliegende Studie hat somit Einsichten in Vorstellungen zu zentralen neurobiologischen Konzepten gebracht, die über das Thema "Lernen und Gedächtnis" hinaus für den Unterricht zum Thema "Neurobiologie" relevant sind.

Im Zusammenhang mit den verwendeten Erhebungsinstrumenten ist festzustellen, daß sich die Methode des "Interview about concepts" von White und Gunstone (1980, 1992) für die Planung und Durchführung von Schülerinterviews als geeignet herausgestellt hat. Die Berücksichtigung der verschiedenen

Dimensionen der kognitiven Struktur durch entsprechende Interviewfragen lieferte wichtige Einblicke in die vorunterrichtlichen Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler. Es zeigte sich, daß gerade im Falle eines relativ abstrakten Themas wie "Lernen und Gedächtnis" die unterrichtsrelevanten Schülervorstellungen nicht nur durch das biologische Vorwissen der Schülerinnen und Schüler bestimmt werden. Daneben spielen auch Vorstellungen und Erfahrungen, die vom wissenschaftlichen Standpunkt aus gesehen nur im mittelbaren Zusammenhang mit dem Thema stehen, eine wichtige Rolle. So nutzen die Schülerinnen und Schüler häufig anstatt wissenschaftlicher Konzepte allgemeine Denkfiguren, die ihnen aus dem Alltag bekannt sind (vgl. Reif & Larkin, 1991), um die Funktion von Lernen und Gedächtnis zu erklären. Dazu gehört beispielsweise das Löschen von Computerdateien im Falle des Vergessens. Dadurch, daß die Methode von White und Gunstone das Augenmerk auch auf mentale Bilder, Episoden und Skills lenkt, gelangen solche mittelbaren Vorstellungen in den Blick. Weiterhin wurde die Unterscheidung von Vorstellungen, die auf externen Quellen basieren, und solchen, die aus der Reflexion unmittelbarer Erfahrungen stammen, durch die Berücksichtigung der verschiedenen Dimensionen der kognitiven Struktur erleichtert. Fragen nach Episoden und mentalen Bildern lieferten wichtige Hinweise über Vorstellungen, die auf internen Quellen basieren. Auch die Fragen nach Fähigkeiten und Fertigkeiten ergab bei dem speziellen Thema "Lernen", das stark durch prozedurales Wissen mitbestimmt wird, Hinweise auf wichtige Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler. Insgesamt zeigte sich, daß die befragten Schülerinnen und Schüler neurobiologischen und psychologischen Begriffen (z.B. Nervenzelle, Kurzzeitgedächtnis) Bedeutungen zuweisen, die sich von den wissenschaftlichen Bedeutungen zumindest in einigen Fällen stark unterscheiden. Der Grund dafür liegt darin, daß die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler in vielen Fällen in hohem Maße durch

individuelle Erfahrungen mit Lern- und Gedächtnisprozessen, sei es direkter Art oder in Form von Erfahrungen, die als Modell dienen können, beeinflußt sind. Zur Beschreibung dieser Vorstellungen verwenden die Schülerinnen und Schüler dann häufig fachwissenschaftliche Begriffe, ohne dabei darauf zu achten, ob diese Begriffe wissenschaftlich korrekt verwendet werden. Weiterhin wurde deutlich, daß die befragten Schülerinnen und Schüler über Wissen verfügen, das auf externen Quellen basiert, sie dieses Wissen in der Regel jedoch nicht mit ihren Erfahrungen in Verbindung bringen, was auf zwei unterschiedliche Wissenskompartimente hindeutet. Im Hinblick auf die erhobenen Vorstellungen ist zu diskutieren, inwiefern es sich dabei um ad hoc generierte Vorstellungen handelt bzw. inwiefern sie Ausdruck von überdauernden und in der kognitiven Struktur der Befragten fest verwurzelten Konzepten sind. Hierzu ist anzumerken, daß insbesondere sozialkonstruktivistisch orientierte Forschungsarbeiten der letzten Jahre gezeigt haben, daß das Wissen, das von einer Person in einer bestimmten Situation geäußert wird, durch eben diese Situation mitbestimmt wird (vgl. Brown, Collins & Duguid, 1989). Aus diesem Grund wird für jede einzelne der von den Befragten geäußerten Vorstellungen kaum entscheidbar sein, ob diese spontan generiert wurde oder ob es sich um eine dauerhafte Vorstellung handelt. Aus der Gesamtheit aller Aussagen lassen sich jedoch einige allgemeine Vorstellungen rekonstruieren, die aus internen Quellen stammen. Belege für solche allgemeinen Vorstellungen lassen sich einerseits innerhalb der einzelnen Interviews an verschiedenen Stellen finden, andererseits zeigen sich gleichartige Vorstellungen auch in den Interviews der verschiedenen Probanden.

Aus diesen Gründen ist davon auszugehen, daß die entsprechenden Äußerungen mit großer Wahrscheinlichkeit nicht situationsbedingte spontane Neukonstruktionen darstellen sondern eine Basis in fest verankerten und damit dauerhaften Konzeptionen besitzen. Für eine solche Interpretation spricht darüber

hinaus, daß die Äußerungen der Befragten zu diesen allgemeinen Vorstellungen an den unterschiedlichen Stellen normalerweise widerspruchsfrei sind. Damit unterscheiden sie sich von Äußerungen, die die Probanden zu wissenschaftlichen Fakten machten, und die häufig in sich widersprüchlich waren. Für jeden der erfragten Teilbereiche (Lernen, Gedächtnis, Gehirn) läßt sich eine solche allgemeine Vorstellung finden, die zwar nicht von allen, jedoch von der Mehrheit der befragten Schülerinnen und Schüler geteilt wird. Im Fall des Inhaltsbereiches Lernen handelt es sich dabei um eine Vorstellung, die in der Literatur als transmissives Lernbild bezeichnet wird. Dementsprechend ist aus der Sicht dieser Befragten das Lernen (in der Schule) durch die Speicherung und unveränderte Reproduktion von wissenschaftlichen Erkenntnissen gekennzeichnet. Mit dieser Konzeption ist auch die vorherrschende Vorstellung vom Gedächtnis verbunden. Darunter wird in erster Linie ein Speicher verstanden, in dem Informationen gelagert werden. Alle Prozesse, die mit der Einspeicherung oder dem Abruf von Informationen verknüpft sind, sind für die Mehrheit der Befragten nebensächlich. Dies deutet darauf hin, daß aus der Sicht der Befragten die Gedächtnisspeicherung und der Informationsabruf automatisch ablaufen. Im Zusammenhang mit dem Gehirn teilte die Mehrzahl der Befragten die Vorstellung einer Steuerzentrale, die durch ein hohes Maß an Ordnung und Arbeitsteilung gekennzeichnet ist.

Die Studie gab somit Aufschluß über einige typische Schülervorstellungen zu zentralen neurobiologischen Begriffen. Darüber hinaus stützen die Ergebnisse die Hypothese der Wissenskompartimentalisierung von Mandl et al. (1993). Ob bzw. durch welche Maßnahmen es möglich ist, im Unterricht Verknüpfungen zwischen beiden Bereichen herzustellen und damit einen einheitlichen Wissenskorporus zu schaffen, stellt hingegen noch eine offene Frage dar. Der traditionelle Unterricht zum Thema "Neurobiologie", an dem die Befragten in der Sekundarstufe I teilgenom-

men haben, hatte dafür nicht ausgereicht. In einer Folgestudie wird daher die Wirksamkeit eines neu konzipierten Unterrichts für die gymnasiale Oberstufe, in dem typische vorunterrichtliche Schülervorstellungen berücksichtigt werden, mit der eines "traditionellen" Unterrichts verglichen werden. Es soll geprüft werden, ob der neue Unterricht zu einer besseren Integration von Schülervorstellungen mit den im Unterricht vermittelten wissenschaftlichen Konzepten beiträgt und dadurch eine Wissenskompartimentalisierung überwinden hilft. Die für diese Studie notwendigen Unterrichtsmaterialien wurden bereits entwickelt und sind in Teilen publiziert worden (Schletter, 1998).

Literatur

- Aguirre, J.M. & Haggerty, S.H. (1993). Student teacher's conceptions of science, teaching and learning: A case study in preservice education. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Atlanta, Georgia.
- Baird, J.R. & Northfield, J.R. (1992). Learning from the Peel experiment. Melbourne: Monash University Printing Services.
- Berry, J. & Sahlberg, P. (1996). Investigating pupils' ideas of learning. *Learning and Instruction* 6 (1), 19-36.
- Bortz, J. & Döring, N. (1995). *Forschungsmethoden und Evaluation*. Berlin.
- Brown, J.S.; Collins, A. & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher* 18, 32-42.
- Flick, U. (1995). *Qualitative Forschung*. Hamburg: Rowohlt.
- Haller, E.P.; Child, D.A. & Walberg, H.J. (1988). Can comprehension be taught? A quantitative synthesis of "metacognitive" studies. *Educational Researcher* 17, 5-8.
- Johnson, C.N. & Wellman, H.M. (1982). Children's developing conceptions of the mind and the brain. *Child Development* 53, 222-234.
- Lamneck, S. (1993). *Qualitative Sozialforschung*. Band 1 Methodologie. Weinheim.
- Lamneck, S. (1993a). *Qualitative Sozialforschung*. Band 2 Methoden und Techniken. Weinheim.

- Mandl, H.; Gruber, H. & Renkl, A. (1993). Lernen im Physikunterricht - Brückenschlag zwischen wissenschaftlicher Theorie und menschlichen Erfahrungen. (Forschungsbericht Nr. 19) München: Ludwig-Maximilian-Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie.
- Mayring, P. (1995). Qualitative Inhaltsanalyse. Weinheim (5. Aufl.).
- McCombs, B.L. & Marzano, R.J. (1990). Putting the self in self-regulated learning: The self as agent in integrating will and skill. *Educational Psychologist* 25 (1), 51-69.
- Pfundt, H. & Duit, R. (1994). Bibliography: Students' alternative frameworks and science education. Kiel.
- Pines, L.; Novak, J.D.; Posner, G.J. & Vankirk, J. (1978). The clinical interview: A method for evaluating cognitive structure. Ithaca, N.Y.: Cornell University.
- Reif, F. & Larkin, J.H. (1991). Cognition in scientific and everyday domains: Comparison and learning implications. *Journal of Research in Science Teaching* 28 (9), 733-760.
- Roth, W.M. & Roychoudhury, A. (1993). The nature of scientific knowledge, knowing and learning: The perspectives of four physics students. *International Journal of Scientific Education* 15 (1), 27-44.
- Säljö, R. (1979). Learning about learning. *Higher Education* 8, 443-451.
- Schank, R.C. & Abelson, R.P. (1977). Scripts, plans, goals and understanding. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Schletter, J.C. (1998). Gedächtnisnetze. *Unterricht Biologie* 233 (4), 31-36.
- Simons, P.R.J. (1992). Lernen, selbständig zu lernen - ein Rahmenmodell. In: Friedrich, H.F. & Mandl, H. (Hrsg.). *Lern- und Denkstrategien*. Göttingen.
- Stipek, D. & Gralinski, J.H. (1996). Childrens' beliefs about intelligence and school performance. *Journal of Educational Psychology* 88 (3), 397-407.
- Vermunt, J.D.H.M. & Van Rijswijk, F.A.W.M. (1988). Analysis and development of students' skill in selfregulated learning. *Higher Education* 17, 647-682.
- Vosniadou, S. (1992). Modelling the learner: Lessons from the study of knowledge reorganization in astronomy. In: Tiberghien, A. & Mandl, H. (Eds.). *Intelligent learning environments and problem solving*. Berlin: Springer.
- White, R.T. & Gunstone, R. (1980). Converting memory protocols to scores on several dimensions. *Australian Association for Research in Education Annual Conference Papers*.
- White, R.T. & Gunstone, R. (1992). *Probing understanding*. New York: The Falmer Press.
- White, R.T. (1993). Insights on conceptual change derived from extensive attempts to promote metacognition. Paper given at the meeting of American Educational Research Association, Atlanta.
- Jens Christoph Schletter ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Biologiedidaktik am Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN).
- Prof. Dr. Horst Bayrhuber ist Leiter der Abteilung Biologiedidaktik und Geschäftsführender Direktor des Instituts für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN).
- Jens Christoph Schletter
Institut für die Pädagogik der
Naturwissenschaften (IPN)
an der Universität Kiel
Olshausenstraße 62
24098 Kiel
E-mail: schletter@ipn.uni-kiel.de