

Demidow, Irene

## **Fachlernen in der Zweitsprache Deutsch. Wie zweitsprachige Schüler(innen) Physik verstehen**

*Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 5 (1999) 2, S. 15-32*



Quellenangabe/ Reference:

Demidow, Irene: Fachlernen in der Zweitsprache Deutsch. Wie zweitsprachige Schüler(innen) Physik verstehen - In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 5 (1999) 2, S. 15-32 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-315194 - DOI: 10.25656/01:31519

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-315194>

<https://doi.org/10.25656/01:31519>

in Kooperation mit / in cooperation with:



**IPN**

Leibniz-Institut für die Pädagogik der  
Naturwissenschaften und Mathematik

<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](mailto:pedocs@dipf.de)

Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Digitalisiert

Mitglied der

  
Leibniz-Gemeinschaft

IRENE DEMIDOW

## Fachlernen in der Zweitsprache Deutsch: Wie zweitsprachige Schüler(innen) Physik verstehen

### Zusammenfassung:

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Physiklernen in einer Zweitsprache“ (Universität Halle) werden Lernprozesse der Schüler(innen) mit nichtdeutscher Herkunftssprache beim Lernen von physikalischen Inhalten im zweitsprachigen deutschen Fachunterricht erforscht. Dies wird exemplarisch an rußland-deutschen Aussiedlerschüler(inne)n mit der Herkunftssprache Russisch im Themenbereich „Teilchen und Atome“ untersucht. Mit Hilfe von zweisprachigen Fragebögen und Interviews werden Vorstellungen der Schüler(innen) in beiden Sprachen ermittelt und ihre Entwicklung verfolgt. Die Untersuchung wird in drei Phasen durchgeführt. In jeder Phase werden von dem Forscher Wissensstrukturgrammen in Form von schriftlichen zwischensprachlichen Vergleichsanalysen und graphischen Begriffsnetzen in beiden Sprachen für jeden ausgewählten Probanden erstellt. Die Veränderung der Wissensstrukturgrammen lässt Rückschlüsse auf Lernprozesse der Probanden zu. Am Beispiel von zwei Probanden werden die ersten Ergebnisse näher beschrieben.

### Abstract:

The research project „Learning Physics in a Second Language“ (University of Halle) focusses on learning processes of students who are not a native of german. Exemplarily, Children of Russian German immigrants speaking russian as their first language are investigated within the field of particle physics. Conceptions and the development of theses are examined by means of both russian and german questionnaires and interviews. At three different stages of development conceptual diagrams are constructed by the researcher containing interlingual comparisons and concept maps for individual students. Learning processes are described in terms of these conceptual diagrams. The first results of investigation shall be presented in detail for two students.

### 1. Einleitung

Im Kontext des zusammenwachsenden Europas gewinnen Untersuchungen über das schulische Lernen in einer zweiten Sprache immer mehr an Bedeutung. Dies gilt für Schüler(innen) mit nichtdeutscher Herkunftssprache in deutschen Bildungseinrichtungen sowie für deutschsprachige Schüler(innen) in bilingualen Bildungszweigen.

Bisherige Forschungen von Integrationsproblemen konzentrieren sich weitgehend auf den reinen Zweitspracherwerb, wobei unter Zweitsprache eine zeitlich später erworbene von der Muttersprache des Lerners abweichende Sprache verstanden wird. Seltener wird auf den zweitsprachigen Fachspracherwerb zugegangen. Für das schulische Lernen sind aber auch fachspezifische Lernprozessuntersuchungen wichtig.

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Physiklernen in einer Zweitsprache“ (PieZ) an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg werden Lernprozesse der Schüler(innen) mit nichtdeutscher Herkunftssprache im Physikunterricht, insbesondere beim Lernen und Verstehen mikrophysikalischer Inhalte, auf der Basis ihrer Alltagsvorstellungen beim zweitsprachigen schulischen Lernen untersucht. Exemplarisch soll dies an rußlanddeutschen Aussiedlerjugendlichen erforscht werden, die seit 1990 eine der größten Immigrantengruppen in der Bundesrepublik bilden.

In diesem Beitrag wird der Forschungsstand auf den drei beteiligten Untersuchungsgebieten - Zweitspracherwerb, Fachspracherwerb, Lernprozesse der Schüler(innen) im Physikunterricht auf der Basis von Schülervorstellungen - kurz skizziert und vorläufige Ergebnisse

des seit September 1997 in der Fachgruppe Didaktik der Physik (Universität Halle) laufenden Forschungsprojekts „Physiklernen in einer Zweitsprache“ vorgestellt.

## 2. Zweitspracherwerb

Die Zweitspracherwerbsforschung ist erst in 70-er Jahren im Zusammenhang mit den zunehmenden Migrationsprozessen in den Fokus des sprachwissenschaftlichen Interesses gerückt. Diese Forschungen beschäftigten sich mit sprachlichen Aspekten der Integration von ausländischen Mitbürger(inne)n, indem die Beschreibung des Zweitspracherwerbs bei einzelnen Nationalitätengruppen unternommen wurde (Steinmüller 1992). Dabei wird mit *Zweitsprache* eine Sprache, die zeitlich nach der ersten erlernt wird, bezeichnet (Knapp-Potthoff; Knapp 1982). Diese Sprache wäre auch ohne Unterricht spontan im Alltag zu erwerben (Perdue, Klein 1992), aber für das schulische Lernen spielen vor allem Fachsprachen eine wichtige Rolle, die nur im Unterricht erlernt werden können.

Die Studien zum Zweitspracherwerb begrenzen sich weitgehend auf formal-linguistische Fragestellungen: Vergleich der Erst- und Zweitsprache (Uhlisch 1992, 1995), Fehleranalyse (Frohne 1992), Beobachtung des Zweitspracherwerbs bei wenigen (meist eigenen) Kindern und Auswertung ihrer Fortschritte in dem Syntaxerwerb (Butzkamm 1993). Bei Ausländerkindern sind sprachliche Schwierigkeiten in der Schule auf der Basis von Ergebnissen aus Querschnittuntersuchungen beschrieben (z.B. Luchtenberg 1992; Neuner 1983). Auch für Aussiedlerkinder gibt es Ergebnisse aus Forschungsarbeiten, die auf Integrationsschwierigkeiten in der Schule durch sprachliche Probleme hinweisen (z.B. Meng 1995a,b; Schläger 1992). Gerade bei Aussiedlern und Ausländern, die in einem neuen Land eine neue Sprache möglichst schnell gebrauchsfähig wie eine Muttersprache beherrschen sollen, sollten auch soziokulturelle Aspekte neben linguistischen Aspekten behandelt werden (vgl. Althammer, Kosolapow 1992; Kuhs 1989).

Deshalb gilt die Aussage von Merten auch für den vorgestellten Ansatz: Forschungen zum Erwerb der Zweitsprache sollten in Zukunft bestimmen *„wie der Zweitspracherwerb von sozialen, psychologischen und kognitiven Faktoren beeinflusst wird. Denn: Zweitspracherwerb bedeutet mehr als nur das Erlernen eines fremden Regelsystems: Es ist das langsame Hineinwachsen in eine fremde Sprache, Kultur und Gesellschaft. Dieser Prozeß des Hineinwachsens geht einher mit der Auseinandersetzung mit dem Begriffs- und Bedeutungssystem der fremden Sprachgemeinschaft. Die Frage, welche Rolle die Sprache in der Begriffsentwicklung sowohl im Erst- als auch im Zweitspracherwerbsprozeß spielt, ist eine der zentralen innerhalb der Spracherwerbs- und Kognitionsforschung“* (Merien 1995, 102).

## 3. Fachspracherwerb

Bei Hoffmann gibt es eine relativ breit anerkannte Definition der Fachsprache: „Eine Fachsprache ist die Gesamtheit aller sprachlichen Mittel, die in einem fachlich begrenzbaren Kommunikationsbereich verwendet werden, um die Verständigung zwischen den in diesem Bereich tätigen Menschen zu gewährleisten“ (Hoffmann 1987, 53). Für den Fachunterricht ist jedoch nützlicher unter *„Fachsprache“* in Anlehnung an die Definitionen von Möhn, Pelka (1984, 26) und Schmidt (1969, 17) folgendes zu verstehen: *„Fachsprache ist die Variante einer natürlichen Sprache (hier: der deutschen Sprache), die der Verständigung über ein fachspezifisches Thema sowohl von Fachleuten als auch von fachlich Interessierten dient, wobei vor allem durch schriftsprachlichen Gebrauch beeinflusst, eine spezielle Auswahl, Verwendung und Frequenz gemeinsprachlicher und grammatischer Mittel aufgrund der Funktion von Sprache in diesem kommunikativen Kontext als angemessen angesehen wird“* (Deppner 1989, 85).

Seit der 70er Jahren setzt sich die Fachsprachendidaktik intensiv mit fachsprachlichen Problemen auseinander. Es werden Besonderheiten des Wortschatzes und grammatischer Mittel in der schriftlichen und mündlichen Kommunikation erfaßt (Vogel 1992; Oksaar 1988). Die Erforschung des Fachspracher-

werbs im *Zweitsprachunterricht* ist jedoch noch nicht ausreichend durchgeführt worden (vgl. Gnutzmann 1988). Es wird angenommen, dass Sprachprobleme für ausländische Schüler(innen) ein wesentliches Lernhindernis bilden, wobei fachsprachliche Aspekte eine wichtige Rolle für den Wissenserwerb spielen (Buhlmann, Fearn 1991).

Schon von erstsprachigen Schüler(inne)n fordert der Fachspracherwerb besondere Anstrengungen an, für zweitsprachige Schüler(innen) entstehen aufgrund ihrer Lernvoraussetzungen noch größere Probleme (Reich, Pörnbacher 1993). Vom Schüler wird Verständnis von Termini, Wortbindungen und Satzstrukturen verlangt, die er im Deutschunterricht nicht benutzt hat und die in der Gemeinsprache kaum zu finden sind. In den Forschungen werden besonders gründlich die Verstehensbarrieren, Verstehenshilfen bei der Behandlung von Fachtexten in verschiedenen ausländischen Schülergruppen untersucht (Neuner 1987; Hepsöyler 1991). Ähnliche Probleme werden bei den fremdsprachigen Schülern in deutschen Auslandsschulen (Leisen 1991) und bei Aussiedlerkindern diskutiert (Luchtenberg 1992; Kühn 1995). Dabei werden die Lernschwierigkeiten allein auf die Sprachschwierigkeiten zurückgeführt. Untersuchungen über Lernprobleme vor dem Hintergrund von Schülervorstellungen existieren für Deutsch als Zweitsprache nicht.

#### 4. Lernprozesse auf der Basis von Schülervorstellungen

Die Lernprozesse auf der Basis von Schülervorstellungen überdecken ein weites Feld der lernpsychologischen und sprachpsychologischen Forschung. Die Schülervorstellungen werden in den Lernprozessen wie folgt berücksichtigt: Die Erforschung von Schülervorstellungen hat gezeigt, „dass Schüler mit einer Reihe von Vorstellungen aus ihrer Alltagswelt in den Unterricht kommen und diese dort aktiv verwenden. Ihr Lernprozeß knüpft an diesen Vorstellungen an und benutzt die in ihnen enthaltenen kognitiven Elemente als Werkzeuge für das Lernen. Da die Alltagsvor-

stellungen und die zu lernenden wissenschaftlichen Vorstellungen häufig nicht übereinstimmen, ergeben sich Lernschwierigkeiten, die in der Regel dazu führen, dass die wissenschaftliche Vorstellung nicht oder doch nur in Ansätzen erlernt wird“ (Niedderer; Goldberg 1995, 73).

Die Forschungsansätze, die sich mit Lernprozessen beschäftigen, betrachten „Lernen“ aus kognitiver Sicht als Selbstentwicklung des kognitiven Systems. V. Aufschnaiter, Fischer, Welzel versuchen die individuellen Lernprozesse als Komplexitätsentwicklung unter Zuhilfenahme des Modells der Wahrnehmungsebenen nach Powers (1973) zu beschreiben (Welzel, v. Aufschnaiter 1993; Fischer 1994). Bei Niedderer und Schecker (1992) wird die inhaltliche Veränderung von kognitiven Elementen (Ideen, Schemata, Vorstellungen) zur Beschreibung von Lernen benutzt. Ein anderer Zugang zur Beschreibung von Konzeptwechseln erfolgt mit Hilfe von Analogien (Schwedes 1995). Grob, v. Rhöneck (1996) gehen davon aus, daß das Lernen nicht nur durch kognitive Fähigkeiten, sondern auch durch emotionale und soziale Aspekte beeinflusst und gesteuert wird.

In dem Ansatz von Lichtfeldt (1992, 1996) werden Lernprozesse durch die Veränderung der Vorstellungen der Schüler beschrieben. Im Unterricht erfolgt der Wissenserwerb mit Hilfe von fachsprachlichen Begriffen. Das Beherrschen von Begriffen ist eine wichtige Voraussetzung und Grundlage des Lernens (Skorsky 1984). Die Begriffsentwicklung kann durch die Analyse der Schülersprache anhand von zeitlich aufeinander folgenden und vom Forschungsteam konstruierten Wissensstrukturgrammen untersucht werden. Solche Strukturgramme in Form von Begriffsnetzen können Vorstellungen im Wandel des Lernens während des Unterrichts oder außerhalb der Schule aufzeigen (vgl. Aebli 1985). Somit lassen die Begriffsnetzdarstellungen mit den dazugehörigen Bedeutungsverbindungen zwischen entsprechenden Wörtern Rückschlüsse auf die jeweiligen Lernprozesse zu.

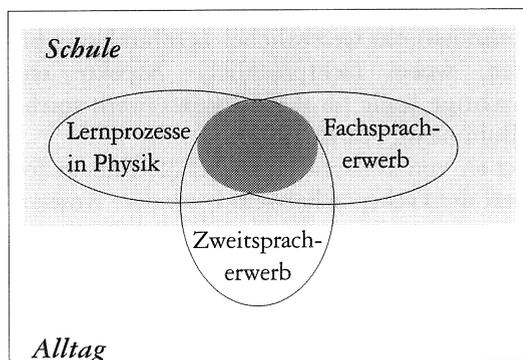
Dabei ist die von Wygotski (1977) beschriebene Trennung zwischen alltagssprachlicher und wissenschaftssprachlicher Entwicklung zu beachten. Auch Seiler (1985) sieht in seiner Beschreibung der Begriffs- und Bedeutungsentwicklung den Unterschied zwischen Alltags- und schulischer Bedeutung. Damit können zunächst zwei Arten des Lernens unterschieden werden: Das *intuitive Lernen* außerhalb der Schule, das die *Alltagssprache* und damit auch die *Alltagsvorstellungen* bildet, und das *schulische Lernen*, das die *Fachsprache* und das *Schulwissen* herausbilden soll.

Von den Aussiedlerschüler(inne)n werden zwei Sprachen benutzt. Die *russische* Sprache, in der ihre Vorkenntnisse aus der früheren soziokulturellen Umgebung und eventuell aus dem russischsprachigen Physikunterricht entwickelt sind, und die *deutsche* Sprache, in der das zweitsprachige Fachwissen ausgebildet werden soll. Es ist anzunehmen, dass bei einem Übergang von der ersten zur zweiten Unterrichtssprache Bedeutungskonstruktionen in verschiedenen Sprachen ablaufen können. Somit ist es von Interesse zu untersuchen, inwieweit Alltagsvorstellungen in der ersten Sprache die Begriffsbildung in der zweiten Sprache beeinflussen können. Es ist daher notwendig, die von den Schüler(inne)n jeweils benutzte Sprache zu analysieren. Die Diskrepanz zwischen alltäglicher und wissenschaftlicher Bedeutung kann bei Aussiedlerkindern besonders deutlich durch den Lernsprachwechsel ausgeprägt sein.

## 5. Forschungsansatz und Hypothesen

Eine Verknüpfung von Fachspracherwerb und Lernprozessen in einem bestimmten Fach, dabei in einer Zweitsprache, wurde bis jetzt in fachdidaktischen Forschungen nicht untersucht. Der Forschungsansatz „Physiklernen in einer Zweitsprache“ soll diese Forschungslücke schließen. Am Beispiel von rußlanddeutschen Aussiedlerjugendlichen gilt zu untersuchen, wie fachspezifische Lernprozesse bei dem Wechsel der Lernsprache verlaufen, wie das schulische Wissen in der *deutschen* Sprache mit dem in der *russischen* Sprache

erworbenen Alltags- und Schulwissen verknüpft wird; wie die Bedeutung der Begriffe in der jeweiligen Sprache entwickelt wird.



Besonderheit der Lernsituation der Aussiedlerschüler besteht darin, dass sie gleich nach der Ankunft in Deutschland sehr geringe oder keine deutsche Sprachkenntnisse haben. Deswegen werden sie meistens eine Klassenstufe tiefer als in Rußland in die deutsche Schule eingeschult. Sie verfügen jedoch über gut entwickelte Sprachkenntnisse in ihrer Herkunftssprache Russisch und in dieser Sprache ausgebildetes der jeweiligen Klassenstufe entsprechendes schulisches Fachwissen. In der neuen Lernumgebung müssen die Schüler gleichzeitig deutsche Zweitsprache und Inhalte der Unterrichtsfächer in dieser Sprache erlernen. Dabei wird es deutlich, dass die Schüler nicht nur die allgemeine Sprache beherrschen sollen, sondern auch mehrere Fachsprachen, um die erlernten Inhalte zu verstehen.

Erste Erkenntnisse sollen exemplarisch für die physikalisch-chemischen Themenbereiche *Teilchen, Atome, Moleküle* (in Anlehnung an den Forschungsansatz „Wege zum Atombegriff“ - WezAb, Lichtfeldt) mit dem vorliegenden Ansatz bei rußlanddeutschen Aussiedlerschüler(inne)n gewonnen werden. In der Untersuchung sollen daher folgende Hypothesen überprüft werden:

**Hypothese 1:** Es wird angenommen, dass rußlanddeutsche Schüler(innen) die in deutscher Sprache dargestellten physikalisch-chemischen Inhalte zunächst übersetzen und dann versuchen, diesen Inhalt in russischer Sprache zu verstehen. Bei Überprüfungen fin-

det dieser Vorgang dann in umgekehrter Richtung statt, so dass aufgrund sprachkontextlich unterschiedlicher Semantik und Syntax mögliche Zusammenhänge des physikalischen Verständnisses verlorengehen.

**Hypothese 2:** Es wird angenommen, dass aufgrund der unterschiedlichen kindlichen Erfahrung mit naturwissenschaftlichen Phänomenen rußlanddeutsche Aussiedlerschüler(innen), insbesondere aus dem nicht westeuropäischen Kulturkreis, mit den im Unterricht präsentierten Darstellungsweisen zusätzliche Lernschwierigkeiten erfahren.

**Hypothese 3:** Es wird angenommen, dass rußlanddeutsche Schüler(innen) die Lehrbuchtexte in der Zweitsprache zur Reproduktion einschließlich der fachsprachlichen Termini auswendig lernen, ohne jedoch den physikalisch-chemischen Inhalt direkt verstanden zu haben. Dort bleiben sie im Verstehensstand auf der Basis der russischen Sprache.

**Hypothese 4:** Sind die physikalischen Themen, die im Rahmen des experimentellen Handelns der Schüler(innen) behandelt werden, für sie unbekannt, dann werden die Schüler(innen) ein schulisches Wissen entwickeln, das sie zunächst in der Zweitsprache formulieren können. Dort werden dann auch die fachsprachlichen Termini mit eingebaut. Das physikalische Verständnis wird jedoch auf der russischen Sprachebene ausgebildet.

Die Forschung ist in drei Etappen durchzuführen: In der ersten Phase werden die Vorstellungen der Probanden zum Thema *Teilchen/Atome* in beiden Sprachen (Russisch und Deutsch) zum Beginn der Untersuchung festgestellt (Vorbefragung); in der zweiten Phase wird eine deutschsprachige Instruktion zum behandelten Thema durchgeführt, in der die schülereigenen Vorstellungen explizit angesprochen werden; in der dritten Phase wird die Wirksamkeit der deutschsprachigen Instruktion auf die festgestellten Vorstellungen ermittelt (Nachbefragung).

Dabei soll das Wissen der Probanden auf Grund zeitlich hintereinander in jeder Untersuchungsphase vom Forscher erstellten Wissensstrukturgrammen beobachtet werden. Die Wissensstrukturgramme werden in Form von

schriftlichen zwischensprachlichen Vergleichsanalysen und graphischen Begriffsnetzen in beiden Sprachen für jeden Probanden hergestellt. Aus diesen Strukturgrammen sollen Bedeutungsklassifizierungen, Häufigkeiten bei Benutzung von Bedeutungsverbindungen und Widersprüche in Bedeutungsverbindungen in beiden Sprachen hergeleitet werden. Die Begriffsnetze dienen ausschließlich der Strukturierung und Visualisierung der Bedeutungsrahmen, um deren Wechsel deutlicher zu machen. Damit wird das Erkennen vom sprachlichen Kontext des Alltags- und Schulwissens der Schüler(innen) in beiden Sprachen ermöglicht. Außerdem werden sozio-emotionale Aspekte des zweisprachigen Lernens in Form von „emotionalen“ Netzen veranschaulicht.

Für die Ermittlung von Schülervorstellungen sind in dem vorgestellten Projekt Methoden mit verschiedenen Fragestellungen eingesetzt worden, die sich im vorangehenden Forschungsansatz „Wege zum Atombegriff“ bewährt haben. Das sind für die Zwecke der zweisprachigen Untersuchung konzipierte Fragebögen und halbstrukturierte Interviews. Die Verschiedenartigkeit der Fragestellungen ermöglicht ein umfassenderes Bild von Schülervorstellungen zu erhalten.

Der Fragebogen beinhaltet vorgegebene Aussagen über Sach- und Sprachverständnis im Bereich *Mikroobjekte*, welche von den Schülern in fünf Kategorien bewertet sein sollen (verstehe die Aussage nicht, weiß nicht, die Aussage ist völlig falsch, teilweise richtig, vollständig richtig); außerdem sind offene Fragen zu bestimmten Begriffen zu beantworten und Zeichnungen anzufertigen. Zusätzlich sollen die Schüler(innen) Bedeutungsverbindungen zwischen vorgegebenen Wörtern im Bereich *Teilchen und Atome* (Concept-Maps) und Wortpaar-Assoziationen zum Wohlbefinden in Deutschland, Klassenklima, Sprachschwierigkeiten usw. erstellen. Die Fragebögen wurden jeweils in *russischer* und *deutscher* Sprachen mit einem Zeitabstand von 3-4 Wochen den Schüler(inne)n angeboten. Die Kleingruppeninterviews, bei welchen beide Sprachen zugelassen waren, aber die Deutsche bevorzugt

wurde, enthielten Akzeptanz von Schulbuchtexten; Durchführung von kleinen Experimenten zum Thema *Atome und Teilchen*; Wortpaar-Assoziationen; Erstellung von Concept-Maps. Sie dienten einer ausführlicheren Erläuterung der im Fragebogen gemachten Aussagen. Die Interviews wurden videographiert und transkribiert.

Somit liegen die Daten hauptsächlich als Transkripte, d.h. in sprachlicher Form vor. Die Sprache (geschrieben, gesprochen und gedacht) wird als eine der entscheidenden Handlungsformen für die Schülerinnen und Schüler angesehen. Es ist daher notwendig, die Sprache besonders zu analysieren und die Entwicklung der physikalischen Sprache der Schüler(innen) anhand von Wissensstrukturgrammen aufzuzeigen. Solche zeitlich nacheinander erstellten Netze zeigen die Vorstellungen im Wandel des Lernens. Somit lassen diese Darstellungen die jeweiligen Lernprozesse beschreiben. Deshalb wird erwartet, dass bei dem zweisprachigen Einsatz dieser Methoden im vorgestellten Projekt relevante und valide Ergebnisse aufgezeigt werden können. Entsprechende Untersuchungen zu Schülervorstellungen im Bereich des Atombegriffs sind im russischen Sprachraum vorher nicht durchgeführt worden, so dass aufgrund des zweisprachigen Forschungsansatzes ein Teil der Vorstellungen in russischer Sprache mit erforscht werden kann.

## 6. Auswertung der Ergebnisse

In diesem Beitrag handelt es sich um vorläufige Ergebnisse der Vor- und Nachbefragung mit einer deutschsprachigen Instruktion dazwischen. Die erste Befragung (Vorbefragung) bestand aus zwei Fragebogenaktionen (russisch und deutsch, getrennt) und einem Interview (zweisprachig, gemischt) zum Themenbereich Teilchen und Atome. Sie wurde im November-Dezember 1997 durchgeführt. In fast einem Jahr (Oktober-November 1998) fand die deutschsprachige Instruktion zu drei ausgewählten Themen - Teilchenmodell, Dichte, Atommodelle - statt. Anschließend (Dezember 98-März 99) wurde die zweite

Befragung (Nachbefragung) durchgeführt. Sie bestand aus zwei Blöcken: Fragebogen und Interview - deutsch; Fragebogen und Interview - russisch.

Für die Auswertung der Ergebnisse ist die Behandlung der ausgewählten Themen in Rahmenrichtlinien beider Schulen (*russischer* und *deutscher*) wichtig. Russische Schule: Die ersten Kenntnisse über den Aufbau der Körper aus Teilchen werden in der 7. Klasse im Physikunterricht vermittelt (aber ohne Bezugnahme auf das Teilchenmodell), weitere Vertiefung auf der Basis der molekular-kinetischen Theorie erfolgt in der 10. Klasse. Die Entwicklung der Atommodelle und Aufbau des Atoms werden im Physikunterricht erst in der 11. Klasse behandelt, im Chemieunterricht dagegen schon in der 8. und 9. Klasse.

Deutsche Schule (Sachsen-Anhalt): Die ersten Kenntnisse über den Aufbau der Körper aus Teilchen mit Hilfe des Teilchenmodells werden in der 6. Klasse im Physikunterricht vermittelt, weitere Vertiefung erfolgt in der 8. Klasse. Der Atombau und die Atommodelle (Planetenmodell, Bohrsches Modell) werden Ende der 9. Klasse behandelt. Im Chemieunterricht werden in den 7. und 8. Klassen die Stoffe und ihre Eigenschaften mit Hilfe des Teilchenmodells erklärt; Atome als spezielle Teilchenart und Kern-Hülle-Modell, so wie Schalenmodell eingeführt. Bei Fischler, Lichtfeldt (1997) ist zusammengefaßt, was die Schüler(innen) der 8. Klasse nach dem Physikunterricht über Teilchen und Atome wissen *sollen*:

- Alle Körper bestehen aus Teilchen, die so klein sind, dass man sie auch im Mikroskop nicht sehen kann.
- Die Teilchen sind eine modellhafte Vorstellung, die den Aufbau der Körper erklärt. Ihre Form ist somit unwichtig, meistens werden sie als kleine Kügelchen dargestellt.
- Die Körper können in drei Aggregatzuständen vorkommen: fest, flüssig, gasförmig.
- Die Teilchen bewegen sich in allen Aggregatzuständen, haben aber einen unterschiedlichen Bewegungsspielraum.

- Zwischen den Teilchen wirken Anziehungskräfte, bei Gasen sind diese Kräfte sehr gering, bei Flüssigkeiten sind sie größer, so dass die Flüssigkeiten einen bestimmtem Volumen haben, bei festen Körpern sind sie so groß, dass die Körper bestimmte Form und Volumen haben.
- Bei Zustandsänderungen fest-flüssig und flüssig-gasförmig braucht man Energie, um diese Kräfte zu überwinden.
- Zwischen den Teilchen ist nichts.
- Das Atom wird als spezielle Teilchenart eingeführt. Dabei wird auf die modellhafte Vorstellung vom Atom mit einem Kern in der Mitte und Elektronen in der Elektronenhülle ohne bestimmten Ort hingewiesen. Der Unterschied zwischen den Makro- und Mikroobjekten wird diskutiert.

Die Antworten der Schüler(innen) zeigen was sie im zweitsprachigen Unterricht gelernt haben.

Weil die Probandengruppe von den Lern- und Sprachvoraussetzungen sehr heterogen ist, wurden aus der gesamten Population (56 Personen) fünf Vergleichsgruppen ausgewählt, um einige Kombinationen zwischen Lern- und Sprachvoraussetzungen aufgreifen zu können. Dabei wurden solche Variablen wie die jeweilige Klassenstufe und die Aufenthaltsdauer in Deutschland (d.h. an welcher Schule das Fachwissen überwiegend erworben wurde) sowie die vorhandenen Sprachkenntnisse beachtet. Die Vergleichsgruppen wurden so zusammengestellt, dass die Schüler(innen) sich möglichst nur durch eine Variable unterscheiden, was den Vergleich erleichtern soll. Bei den Gymnasiasten sind es zwei Dreiergruppen, bei den Sekundarschülern drei Vergleichspaare. (Sekundarschule in Sachsen-Anhalt umfasst den Haupt- und Realschulbildungsgang.)

#### Gymnasiasten

<i>Code Nr.</i>	<i>Klasse</i>	<i>In D. seit Klasse</i>	<i>Aufenthaltsdauer in D.</i>	<i>Sprachkenntnisse (Sprachtest)</i>	<i>Eigene Einschätzung der Sprachprobleme</i>
G31	10	10	2 Jahre	mittlere	neutral
G32	10	10	8 Monate	mittlere	große
G33	10	9	2 Jahre	schlechte	große
G21	9	5	4 Jahre	sehr gute	keine
G22	9	9	8 Monate	mittlere	neutral
G26	9	9	3 monate	keine	sehr große

#### Sekundarschüler

<i>Code Nr.</i>	<i>Klasse</i>	<i>In D. seit Klasse</i>	<i>Aufenthaltsdauer in D.</i>	<i>Sprachkenntnisse (Sprachtest)</i>	<i>Eigene Einschätzung der Sprachprobleme</i>
S61	9	8	1,5 Jahre	mittlere	geringe
S64	9	9	2,5 Jahre	mittlere	keine
S57	8	8	6 Monate	mittlere	geringe
S59	8	5	3,5 Jahre	mittlere	keine
S48	7	6	1,5 Jahre	mittlere	mittlere
S510	8	6	2,5 Jahre	mittlere	große

Alle Aussagen der Schüler(innen) werden bei der Auswertung in sieben Cluster zusammengefasst: *Teilchen als Bausteine der Körper; Dichte der Körper; Atome als spezielle Teilchenart und ihr Aufbau; Modellbegriff bei Mikroobjekten; Ladung des Atoms; Physik und Sprache; Sozio-emotionale Aspekte*. Die Aussagen der Probanden aus den Fragebögen und Transkripten der Interview werden getrennt in russischer und deutscher Sprache zu den sieben genannten Cluster ausgewertet und in Vergleichstabellen eingetragen. Danach werden die Aussagen in jeder Sprache dem Alltags- oder Schulwissen zugeordnet. Ausgehend von den Rahmenrichtlinien der entsprechenden Schule und Klassenstufe, sowie vorhandenen Sprachkenntnissen wird versucht, den Einfluß des Physikunterrichts auf die Schülervorstellungen und die dominierende Sprache in dem Alltags- und Schulwissen festzustellen. Die in der Auswertung angewandte Methode soll am Vergleichspaar S57 und S59 beschränkt auf zwei Cluster: *Teilchen als Bausteine der Körper* und *Atome als spezielle Teilchenart* aus der Vorbefragung erläutert werden.

### 6.1. S57 und S59 - Vergleichsanalyse

Das Vergleichspaar S57 und S59 hat folgende Lern- und Sprachvoraussetzungen: Die Schülerin S57 ist 14 Jahre alt, befindet sich das erste Jahr in Deutschland. Sie hat in Rußland 8 Klassen beendet, lernt in Deutschland wieder in der 8. Klasse einer Sekundarschule. Sie hatte in Rußland Deutsch ab der 3. Klasse gelernt und zusätzlich deutsche Sprachkurse besucht, so dass sie im Sprachtest mittlere Kenntnisse gezeigt hat, d.h. Fragen verstanden und die entsprechenden Antworten im Text gefunden hat. Ihre fachliche Kenntnisse hat sie in russischer Schule erworben und Deutsch als Fremdsprache an der russischen Schule gelernt. Deshalb hat sie im Gegensatz zu anderen umgesiedelten Schüler(inne)n relativ gute sprachliche Voraussetzungen.

Der Schüler S59 ist 14 Jahre alt, ist das vierte Jahr in Deutschland. Er hat in Rußland 6 Klassen beendet, an deutscher Schule lernt er seit der 5. Klasse an einer Sekundarschule.

Also hat er seine fachliche Physikkenntnisse in deutscher Sprache erworben und Deutsch als Zweitsprache an deutscher Schule gelernt. Im Sprachtest hat er nicht besser als S57 mit mittleren Kenntnissen abgeschnitten.

Die Schülerin S57 hat in der ersten Befragungsrunde folgende Vorstellungen gezeigt. **Teilchen** sind Bausteine der Körper. Sie sind größer als Atome. Die Anordnung der Teilchen ist für die drei Aggregatzustände wichtig. Dabei können sich die Abstände durch die verschiedene Atomgröße ändern.

**Atome** sind kugelförmig, haben Kern und Hülle. Was Modell und was Wirklichkeit ist, kann sie nicht eindeutig auseinander halten. (Weil in russischer Schule in dieser Form nicht behandelt wird?) Die Bestandteile - Protonen, Elektronen, Neutronen - werden auch als winzig kleine Körper angesehen, ihr Platz im Atom wird immer wieder verwechselt. S57 gibt ein bohrähnliches Modellbild des Atoms, dabei sind für sie Bahnen - Wirklichkeit, Schalen - nicht.

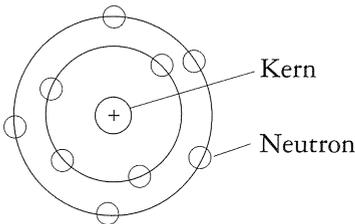
Es ist anzunehmen, dass auf Grund der geringen Aufenthaltsdauer in Deutschland die Schülerin S57 ihre fachlichen Kenntnisse im russischen Schulunterricht auf der Basis ihrer Vorkenntnisse erworben hat. Diese Kenntnisse kann sie bei Bedarf in deutscher Sprache (mit Einschränkungen) reproduzieren. Das wird aus der Analyse ihrer Aussagen in Fragebögen und Interview deutlich. Im russischen Fragebogen hat sie alle Aufgaben bewertet, im deutschen sind dagegen viele Aussagen nicht verstanden worden. Manche abweichenden Antworten sind auf Sprachbereich zurückzuführen: z.B. die Formulierung - Schwere Körper bestehen aus schweren Atomen - wurde von der Schülerin womöglich aus der Wörterähnlichkeit ausgehend als richtig bewertet, obwohl sie im russischen Fragebogen als falsch eingeschätzt wurde.

Allgemeine Deutschkenntnisse gestatten dieser Schülerin, dem zweitsprachigen Unterricht zu folgen. So hatte sie praktisch alle deutschen Fragen im Interview verstanden, ihre Antworten waren aber spontan russisch. Deshalb ist es anzunehmen, dass ihre Wissensstrukturen, die sie zur Erklärung von physika-

## I. Teilchen als Bausteine der Körper

<p><b>Russisch</b>          Stoffe sind aus Teilchen aufgebaut, diese Teilchen sind in allen Aggregatzuständen beweglich. (Schulwissen)  <i>Nur sind sie im festen Zustand größer als im flüssigen. Zwischen den Teilchen (besonders im Gas) kann was sein, aber dann wird es schon ein anderer Stoff sein. <u>Wasserteilchen kann man sehen</u>. Teilchen sind größer als Atome.</i> (Alltagswissen)</p>	<p><b>Deutsch</b>          Stoffe sind aus Teilchen aufgebaut. (Schulwissen übersetzt)  <b>Teilchen kann man nicht sehen - versteht nicht.</b> Im festen und flüssigen Zustand sind die Teilchen beweglich, im gasförmigen - versteht nicht. Ob Luft oder nichts zwischen den Teilchen ist - weiß nicht, versteht nicht.          (Sprachliche Probleme, weil in Russisch beantwortet)</p>
---	--

## II. Atome als spezielle Teilchenart und ihr Aufbau

<p><b>Russisch</b>          Körper bestehen aus Atomen. Atome sind teilbar. <i>Atome haben Schalen, aber das ist nicht die Wirklichkeit. In Wirklichkeit kreisen die Elektronen auf Bahnen.</i> Die Anziehungskräfte bestimmen die Gestalt des Körpers. (Schulwissen)          Atom ist ein winzig kleiner Körper. (Alltagswissen)</p>  <p>Das Diagramm zeigt ein zentrales Atomkernchen mit einem Pluszeichen (+). Um den Kern herum sind zwei konzentrische Kreise (Elektronenschalen) gezeichnet. Auf der inneren Schale sind zwei kleine Kreise (Elektronen) positioniert, auf der äußeren Schale sind vier kleine Kreise positioniert. Ein Pfeil weist von der Beschriftung 'Kern' auf das zentrale Pluszeichen, ein weiterer Pfeil weist von der Beschriftung 'Neutron' auf einen der Kreise auf der inneren Schale.</p>	<p><b>Deutsch</b>          Körper bestehen aus Atomen. <b>Weiß nicht, ob sie teilbar sind. Versteht die Aussage über Elektronen nicht.</b> (Sprachliche Probleme)          Atom hat Kern und Hülle. Atome kann man sehen. Die Anziehungskräfte bestimmen die Gestalt des Körpers. (Schulwissen übersetzt)</p> <p>Kein Bild.</p>
--	---

S57 (unterstrichen - abweichende Aussage; *kursiv* - nur in dieser Sprache gemachte Aussage)

lischen Zusammenhängen benutzt, in russischer Sprache aufgebaut sind. Das Alltagswissen kommt bei S57 ständig in Konflikt mit dem Schulwissen, sie ist aber nicht imstande, diese zwei Ebenen zu verknüpfen, obwohl sie diese Konflikte unbewusst wahrnimmt.

Der Schüler S59 hat in der ersten Befragungsrunde folgende Vorstellungen gezeigt: Die Stoffe sind aus **Teilchen** aufgebaut. Diese Teilchen werden mit dem Stoff identifiziert: im flüssigen Zustand sind auch die Teilchen

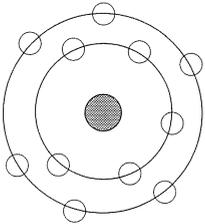
flüssig. (Die Wasserteilchen kann man nicht sehen, weil das Wasser flüssig und durchsichtig ist - Alltagswissen.)

Das **Atom** hat Schalen und Außenelektronen. (Das ist eindeutig der Einfluß des Chemieunterrichts.) Modell ist für ihn ein Abbild vom Unsichtbaren, das ungefähr so aussieht, wie die Wirklichkeit. Das Teilchenmodell hat er explizit nicht genannt, aber bei Erklärung von drei Aggregatzuständen, auf Abstände zwischen Teilchen begrenzt, benutzt.

## I. Teilchen als Bausteine der Körper

<p><b>Russisch</b>          Stoffe sind aus Teilchen aufgebaut. In festen und flüssigen Körpern sind die Teilchen teilweise beweglich (Schulwissen übersetzt), <b>in gasförmigen - weiß nicht.</b> (Fachliche Probleme)  <u>Wasserteilchen kann man im Mikroskop sehen.</u> (Sprachliche Probleme)</p>	<p><b>Deutsch</b>          Stoffe sind aus Teilchen aufgebaut. <u>In allen Zuständen sind die Teilchen beweglich.</u> (Schulwissen) <i>In flüssigen Körpern werden die Teilchen flüssig.</i> (Alltagswissen) In festen Körpern ist kein Platz zwischen den Teilchen. <b>Was zwischen den Teilchen ist - weiß nicht.</b> (Fachliche Probleme)  <u>Wasserteilchen kann man im Mikroskop nicht sehen,</u> <i>weil sie flüssig und durchsichtig sind.</i> (Alltagswissen)</p>
--	---

## II. Atome als spezielle Teilchenart und ihr Aufbau

<p><b>Russisch</b>  <u>Atome sind unteilbar.</u> Atome bestehen aus kleinen Körpern. Atome sind sichtbar.  <b>Andere Aussagen über den Atombau - weiß nicht.</b> (Schulwissen übersetzt)          Kein Bild vom Atom gegeben.</p>	<p><b>Deutsch</b>  <u>Atome lassen sich zerteilen.</u> Ob Körper aus Atomen bestehen, weiß er nicht. <i>Atom hat Schalen und Außenelektronen.</i> Atome kann man sehen. (Schulwissen)</p> <div style="text-align: center;">  </div>
---	---

S59 (unterstrichen - abweichende Aussage; *kursiv* - nur in dieser Sprache gemachte Aussage)

Der Schüler S59 hatte Physik nur in der deutschen Schule gelernt und zwar schon nach einem einjährigen Aufenthalt in Deutschland, so dass seine deutsche Sprachkenntnisse zum Anfang des Physikunterrichts ziemlich fortgeschritten sein müssten. Bei diesem Schüler merkt man, dass er sehr stolz auf seine deutsche Sprachkenntnisse ist und immer gleich antwortet, ohne zu überlegen. Dabei macht er oft grammatische Fehler. Er hat seine physikalische Kenntnisse in deutscher Sprache erworben und argumentiert deshalb in deutschen Fachwörtern. Im deutschen Fragebogen hat er Antworten gegeben, die dann im Interview in deutscher Sprache bestätigt worden

sind. Im russischen Fragebogen sind oft die Kategorien „teilweise richtig“ und „weiß nicht“ belegt, was auf Unsicherheit des Schülers im Umgang mit russischen Fachwörtern deutet.

Bei diesem Schüler ist die Ausprägung von zwei parallel existierenden Wissenssebenen - Alltagswissen und Schulwissen - sehr deutlich. Die Widersprüche stören den Schüler nicht und lösen bei ihm keinen kognitiven Konflikt aus. In bekannten, der Schule entlehnten Aufgaben argumentiert er in deutschen Schulmustern. Wenn die Lösung nicht gelingt, dann wird die Aufgabe mit der Aussage: „*Es ist so, weil wir das so in der Schule*

gelernt haben“, - erledigt. Bei nicht dem Unterricht entlehnten Aufgaben greift er auf sein Alltagswissen zurück (da wird auch die russische Sprache zur Hilfe genommen). Wenn er keine Antwort findet, dann sagt er: „Weil das anders geht ja nicht. Man muss es so machen“. Somit braucht er keine weitere Erklärung. Obwohl der Schüler S59 Physik als interessant und nicht schwierig einschätzt, ist aus seinen Antworten deutlich, dass der Physikunterricht sehr wenig Einfluß auf seine Alltagsvorstellungen ausgeübt hat. Bei dem Aufbau des Atoms ist noch der Einfluß des Chemieunterrichts bemerkbar.

Im Interview reagierte der Schüler S59 spontan auf die Frage - Welcher Text verständlicher ist? - *Russischer!* Als er aber festgestellt hatte, dass es ein Physiktext ist, hatte er seine Meinung gleich geändert: *Der deutsche Text ist verständlicher, weil wir das so in diesen Worten gelernt haben.* Es ist anzunehmen, dass seine Alltagswissensstrukturen in russischer Sprache oder eventuell zweisprachig ausgebildet sind. Das Schulwissen wird in deutscher Fachsprache erworben, möglicherweise ohne Bezug auf das bestehende Vorwissen. Das führt zur deutlichen Parallelität der beiden Wissens Ebenen.

### 6.1.1 Begriffsnetze

Die Begriffsnetze (russisch und deutsch) der Probanden S57 und S59 dienen zur Veranschaulichung der in den Vergleichstabellen aufgezeigten Verbindungen. Bei der Schülerin S57 gibt es in russischer Sprache (Abb.1, Netz S57R1) wesentlich mehr Verknüpfungen als in der deutschen (Abb.2, Netz S57D1). Praktisch alle Verknüpfungen aus dem Netz S57D1 sind in dem Netz S57R1 vorhanden, nur sind es öfter einfache Zuordnungen (d.h. Begriffe werden verknüpft, ohne irgendwelche Bedeutung anzugeben). Die Konflikte zwischen Alltags- und Schulwissen werden z.B. an solchen Verknüpfungen deutlich: *Atom ist ein winzig kleiner Körper, aber Atom hat nicht die Eigenschaften eines Körpers; oder Elektronenbahn ist Wirklichkeit, aber Schale ist keine Wirklichkeit.* Bei dem Schüler S59 ist es umgekehrt: Sein deutsches Begriffsnetz (Abb.3, Netz S59D1) beinhaltet praktisch alle im russischen Netz (Abb.4, Netz S59R1) vorhandenen Verknüpfungen, nur sind sie nicht immer adäquat.

Die „emotionale“ Netze (Abb. 5 und 6) geben zusätzliche Information zu der Lernsituation der Probanden: Der Schülerin S57 fällt der Physikunterricht in deutscher Sprache schwer, sie hat

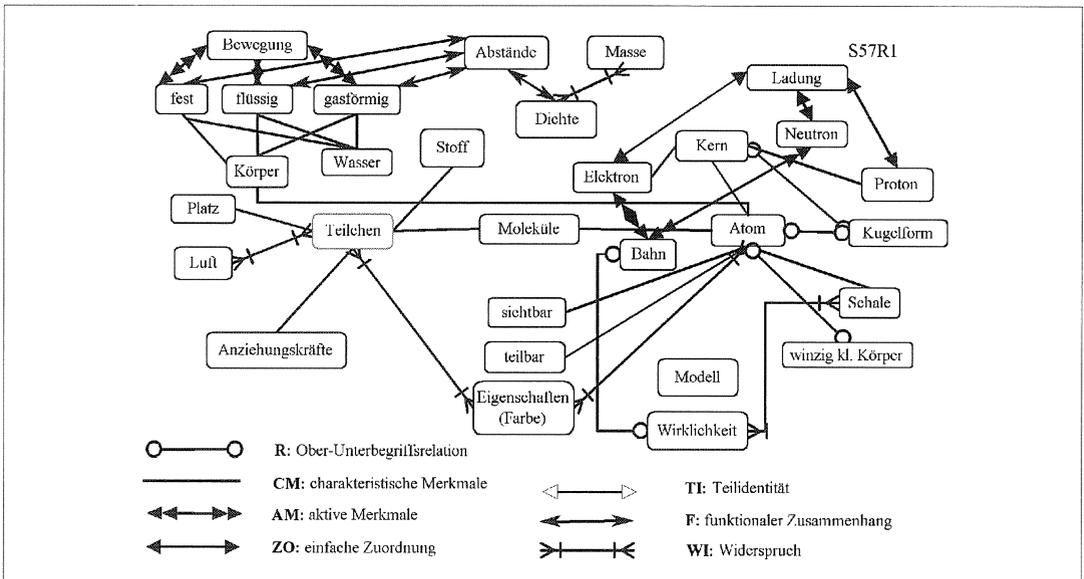


Abb. 1: Begriffsnetz der Schülerin S57 (russisch, erste Befragung)





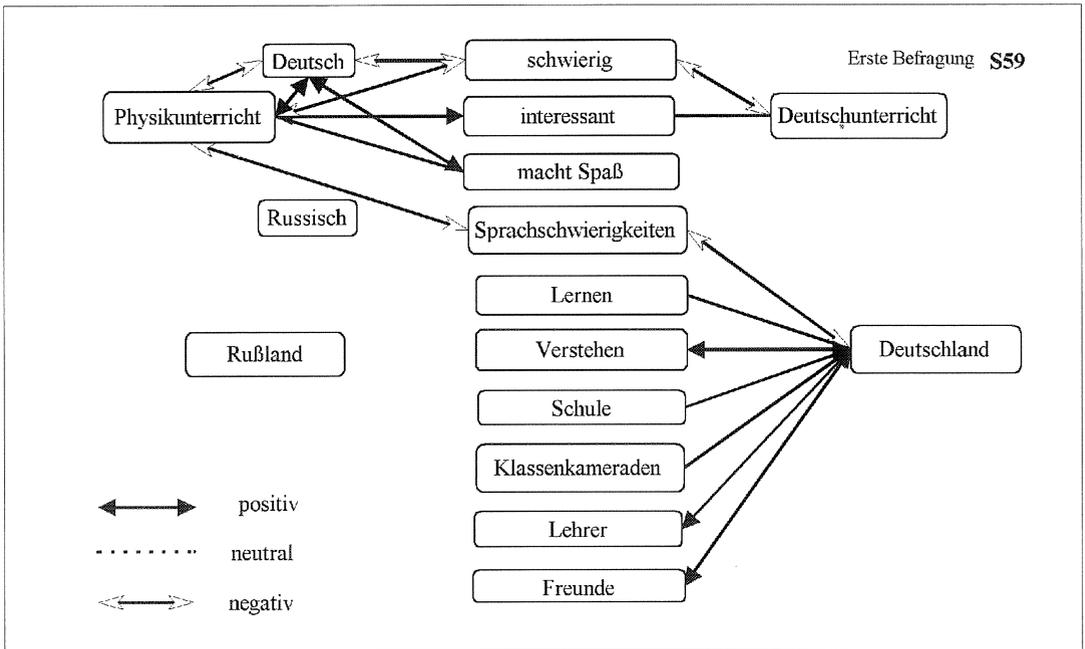


Abb. 6: Emotionales Netz des Schülers S59

Zweitspracherwerb nicht das entscheidende Kriterium (G33), sondern allgemeine Kenntnisse, Motivation und positive Einstellung zur Schule. Die Wissensstrukturen sind aufgrund der russischsprachigen Schullaufbahn (G31, G33, G22) und der geringen Aufenthaltsdauer an deutschen Schulen (G32, G26) in russischer Sprache ausgebildet. Der Einfluß des deutschsprachigen Unterrichts ist durch Verwendung der deutschen Fachwörter gekennzeichnet. Der Erwerb der deutschen Fachsprache fällt den Schüler(inne)n mit ausgeprägten fachlichen Kenntnissen leichter (G31, G22), als denen, die mangelnde Fachkenntnisse in der Erstsprache haben (G33). Bei einer zweisprachigen Entwicklung (G21) sind gute Ergebnisse im Fach- und Spracherwerb festzustellen.

Sekundarschüler(innen) gehören überwiegend der Klassenstufe 8, sind fast alle längere Zeit in Deutschland (außer S57), so dass sie in der russischen Schule praktisch keinen Physikunterricht hatten (S59, S510, S48). An der deutschen Schule mussten sie gleichzeitig deutsche Sprache und fachliche Inhalte in dieser Sprache erwerben. Dabei wurde im Fachunterricht kein Bezug auf ihre in erster Sprache

entwickelten Vorkenntnisse genommen (S61, S64). Dadurch sind bei den Schüler(inne)n Wissenslücken entstanden, die dann allmählich mit den deutschen Unterrichtsinhalten gefüllt werden können. Die Kontinuität der Entwicklung von Wissensstrukturen kann dabei unterbrochen werden. Das führt bei den Schüler(inne)n zu zwei ausgeprägten parallelen Wissenssebenen: alltäglichen russischsprachigen (die bei Problemaufgaben zur Hilfe genommen wird) und schulischen deutschsprachigen (die bei unterrichtsähnlichen Aufgaben aktiviert wird).

## 7. Instruktion und ihre Wirksamkeit

Um den unmittelbaren Einfluß des zweisprachigen Unterrichts auf Schülervorstellungen zu erforschen, wurde mit den ausgewählten Probanden eine deutschsprachige Instruktion ausgehend aus den Ergebnissen der Vorbefragung konzipiert und durchgeführt. Die Instruktion wurde auf drei Themenbereiche - Teilchen als Bausteine der Materie, Dichte der Körper, Atommodelle - eingeschränkt, die zu den zentralen in der vorliegenden Studie gehören.

Dabei soll das Teilchenmodell als das einfachste Modell von Bausteinen der Materie betrachtet sowie die Grundannahmen und Verwendbarkeit der Modelle im Unterricht geklärt werden. Der Begriff Dichte wird mit Hilfe des Teilchenmodells erklärt, um eine Verknüpfung zwischen makro- und mikroskopischer Betrachtung zu schaffen. Der geschichtliche Weg über unterschiedliche Atommodelle soll einerseits Veränderung und Verbesserung des Modells durch neue wissenschaftliche Erkenntnisse für die Schüler(innen) verdeutlichen, andererseits soll er nicht durch von dem Lehrplan abweichende fachliche Inhalte zu zusätzlichen sprachlichen Schwierigkeiten bei den Probanden führen. Es soll der Weg vom Einfachen, Bekannten zum Neuen, Unbekannten sein. Das quantenmechanische Modell wurde nur angedeutet als ein widerspruchsfreies Modell, das in der modernen Physik angewandt wird.

Die Unterrichtseinheiten waren interaktiv gestaltet, so dass die Schüler(innen) die Möglichkeit hatten, durch einfache Experimente und problemhafte Aufgaben zu neuen Erkenntnissen durch selbständige Tätigkeit zu gelangen. Zur Kurzkontrolle der Wirksamkeit der Instruktion wurde in drei - vier Wochen der deutsche Fragebogen erneut eingesetzt. Die Ergebnisse der danach folgenden Nachbefragung in beiden Sprachen befinden sich in der Auswertungsphase, die ähnlich der oben beschriebenen erfolgen wird. Die Erstellung von Wissensstrukturgrammen und ihre Interpretation wird in der nächsten Zeit erfolgen. Jetzt kann man jedoch Tendenzen in der Gültigkeit der zu überprüfenden Hypothesen schon erkennen.

Wie die Auswertung der Unterrichtsaufgaben zeigt, war der Einfluß der Unterrichtseinheiten auf die Schüler(inne)n eher kurzfristig. Die Unterrichtsaufgaben wurden von den Schüler(inne)n zum Teil richtig gelöst, im Fragebogen sind die alltäglichen Vorstellungen wieder zur Geltung gekommen. Bei den Gymnasiasten kann man den Einfluß der Instruktion am deutlichsten sehen, weil sie mehr am Unterricht interessiert sind. Besonders der Schüler G21 hat gute Fachkenntnisse im Bereich Atommodelle gezeigt. Bei dem

Schüler G22 ist ein gutes Verständnis im deutschen Fachunterricht nachgewiesen, trotz seines relativ kurzfristigen Aufenthalts in Deutschland. Der Schüler G26 hat seine Kenntnisse noch überwiegend auf der russischsprachigen Ebene, er kann dem Unterricht durch experimentelle und bildliche Darstellungen folgen.

Auf die Sekundarschüler hat die Instruktion eine geringere Wirkung ausgeübt. Bei den Schülerinnen S61, S510, S48 sind die sprachlichen Schwierigkeiten nicht mehr so groß. Da sie aber in den vorherigen Klassenstufen wegen Sprachproblemen nur geringfügig am Unterricht teilnahmen, fehlt ihnen die Basis, auf der das neue Wissen aufgebaut werden soll. Der Schüler S64 lernt sehr bewusst und interessiert, so dass man bei ihm die Wirkung des deutschen Unterrichts am deutlichsten merkt. Die Schülerin S57 ist noch nicht lange an der deutschen Schule, sie ist auch motiviert und nimmt aktiv am Unterricht teil. Der Schüler S59 hat wenig Sprachprobleme, sein deutsches Schulwissen ist dem russischen Wissen nicht adäquat. Der Unterrichtsstoff wird eher oberflächlich aufgenommen, beim Problemlösen werden seine Alltagsvorstellungen dominant.

## 8. Schlussfolgerungen

Wenn die Aufgabe der Vorbefragung im Wesentlichen in der Ermittlung von schon vorhandenen Wissensstrukturen der Probanden bestand, so sollte die Nachbefragung die Wirksamkeit der deutschsprachigen Instruktion auf diese Wissensstrukturen nachforschen. Deshalb wurden die Interviews in der Nachbefragung so konzipiert, dass die Schüler(innen) selbständig mit Lehrtexten und Versuchsanleitungen arbeiten sollten. In der Auswertung entstehen Wissensstrukturgramme, die mit den ersten verglichen werden. Aber schon die Transkription erlaubt, erste Aussagen zur Gültigkeit der zu überprüfenden Hypothesen zu machen.

Hypothese 1: Wie die Interviews gezeigt haben, übersetzen Schüler(innen) mit geringen Deutschkenntnissen die Lehrtexte ins

Russische, um den Inhalt zu verstehen. Unterschiede zwischen Syntax führen dabei zu erheblichen Schwierigkeiten: „Die Sätze im Deutschen sind ganz anders konstruiert, als im Russischen. Es ist schwer, sie zu verstehen“ (G26). Sprachwissenschaftler erklären die Schwierigkeiten der Deutschlernenden mit Russisch als Ausgangssprache: „Zum einen dadurch, dass im Deutschen als einer Sprache mit ausgeprägt analytischer Struktur viele Beziehungen zwischen Erscheinungen der Wirklichkeit durch zusätzliche sprachliche Mittel (Hilfswörter) ausgedrückt werden, während diese Beziehungen im modernen Russischen - einer vorwiegend synthetisch strukturierten Sprache - oftmals am Wort selbst, durch mehr Kasus und andere Mittel zum Ausdruck gebracht werden. Zum anderen dadurch, dass das Deutsche über ein differenzierteres Tempus- und Modusystem des Verbs verfügt, das im Russischen in dieser Formenvielfalt nicht existiert“ (Frohne, 1992, S. 50).

Eine weitere Fehlerquelle liegt in der unterschiedlichen Semantik. Erste Schwierigkeit dabei ist der Artikel, der im Russischen fehlt. Viele zusammengesetzte Substantive müssen umschrieben werden: Teilchenmodell, Atomkern, Elektronenhülle usw. Weil die Schüler(innen) im Unterricht kleine Schülerwörterbücher haben, finden sie nur die allgemeinsprachliche Bedeutung des Wortes, die mit der physikalischen nicht übereinstimmt - z.B. Teilchen als Bruchteil des Körpers, Bahn als Zug, Schale als Gefäß. Solche Übersetzung führt zu Missverständnissen. Es kommen auch Interferenzfehler vor - z.B. das Wort „Orbital“ klingt dem russischen Wort „orbita“ = „Bahn“ ähnlich und wird von den Schüler(inne)n auch so verstanden. Bei der Übersetzung versuchen die Schüler(innen) Verknüpfungen zu dem, was sie im russischen Unterricht gelernt haben, zu finden. Wenn es ihnen gelingt, dann können sie mit diesen Inhalten in vorliegenden Aufgaben arbeiten. Wenn nicht, bleibt der Einsatz vom Lehrtext erfolglos. Deshalb sind die Schüler(innen) froh, wenn der Lehrer ihnen den Inhalt des Unterrichts in russischer Sprache erklären kann (G33, G26). Somit kann man anneh-

men, dass diese Hypothese für Schüler(innen) in der ersten Phase des Zweitspracherwerbs zutreffen könnte.

Hypothese 2: Zur Überprüfung der Hypothese wurden Schülervorstellungen zu Teilchen und Atomen bei deutschen Schüler(inne)n aus der „WezAb“ - Studie mit den Vorstellungen der Probanden aus diesem Projekt, sowie Schülervorstellungen aus einer im Frühjahr 98 durchgeführten Befragung im russischen Gymnasium (Omsk) verglichen. Es konnten keine wesentlichen Unterschiede in den Vorstellungen aller beteiligten Gruppen festgestellt werden.

Die zusätzlichen Schwierigkeiten der Aussiedlerschüler(innen) liegen mehr im sozio-emotionalen Bereich. Verlust der vertrauten Umgebung, Freunde, auch Lehrer führen zu negativen Auswirkungen auf die Motivation und Einstellung zur Schule und zum Lernen überhaupt. Diese Eingewöhnungsphase verläuft bei jedem unterschiedlich lang und intensiv. Je jünger die Schüler sind, desto schneller integrieren sie sich in die neue Lernumgebung (s. „emotionale“ Netze). Somit ist die zweite Hypothese in ihrer ursprünglichen Form nicht standhaft.

Hypothese 3: Nur wenige Gymnasiasten, dafür aber überwiegende Zahl der Sekundarschüler bestätigten, dass sie Lehrbuchtexte oder Hefttexte zur Reproduktion im Unterricht auswendig lernen. Wenn sie bei Übersetzung keinen Bezug zu ihrem russischsprachigen Schulwissen finden (das ist bei meisten Probanden-Sekundarschülern der Fall, weil das russischsprachige Lernen einschließlich der Fachsprache nicht weiter gefördert wird), so bleibt das Verständnis höchstwahrscheinlich auf dem Niveau des Alltagswissens. In dieser Situation sehen sie die einzige Möglichkeit mit den Schulaufgaben zurecht zu kommen im „Auswendiglernen“. Wenn die Schüler(innen) aber jemanden haben, der ihnen die Inhalte russisch oder zugänglich deutsch („nicht so wie im Unterricht“ G26) erklären kann, dann versuchen sie diese auch zu verstehen. Das ist aber nur bei Gymnasiasten vorgekommen.

Hypothese 4: Wie in der Instruktion so auch im Interview konnten die Schüler(innen) auf

Grund der Abbildungen und Beschreibungen die Versuche in deutscher Sprache nachvollziehen und ausführen. Die Erklärung der physikalischen Zusammenhänge fiel ihnen wesentlich schwieriger. Hier versuchten die meisten (außer G21 und S59) in russischer Sprache zu argumentieren, aber ihnen fehlten russische Fachbegriffe. Das deutet auf die Gültigkeit dieser Hypothese zumindest für Schüler(innen) in der ersten Phase des Zweitspracherwerbs.

Abschließend ein paar Bemerkungen. Im Laufe der Untersuchung ist mir folgendes aufgefallen. Solange die Schüler(innen) deutsche Sprachkenntnisse im ausreichenden Umfang nicht erwerben, befinden sie sich im deutschen Fachunterricht in einer Lage, in der sie die Fachinhalte in deutscher Sprache noch nicht erlernen können, in russischer Sprache aber nicht mehr lernen dürfen. Somit entsteht ein Wissensverlust, der aus meiner Sicht durch den Einsatz von zweisprachigen Unterrichtsmitteln zumindest in dieser Übergangszeit vermieden werden könnte. Das haben auch manche Schüler sich gewünscht: „*Dann könnten wir Physik besser verstehen und deutsche Sprache schneller erlernen*“ (S61). Ob es tatsächlich so ist, sollte man nachforschen. Das kann aber schon Inhalt einer weiteren Forschung mit zweitsprachigen Schüler(inne)n sein.

## Literatur

Aebli, H. (1985). Handlung, Begriff und Weltwissen in der Entwicklung des kindlichen Denkens. In: Seiler, Th.B. & Wannemacher, W. (Hrsg.): *Begriffs- und Wortbedeutungsentwicklung*. Berlin, Heidelberg, S. 253-261.

Althammer, W. & Kossolapow, L. (Hrsg.) (1992). *Aussiedlerforschung: interdisziplinäre Studien*. Weimar, Wien, Köln: Böhlau Verlag.

Buhlmann, R. & Fearn, A. (1991). *Handbuch des Fachsprachenunterrichts*. Berlin: Langenscheidt.

Butzkamm, W. (1993). *Psycholinguistik des Fremdsprachenunterrichts: natürliche Künstlichkeit: von der Muttersprache zur Fremdsprache*. Tübingen, Francke.

Deppner, J. (1989). *Fachsprache der Chemie in der Schule*. Heidelberg, Groos.

Fischer, H. E. (1995). *Physiklernen: eine Herausforderung für Unterrichtsforschung: Arbeiten zur Lernprozeßforschung im Physikunterricht*. Frankfurt am Main, Berlin, Bern, New York, Paris, Wien: Lang.

Frohne, G. (1992). *Schwierigkeiten beim Deutschlernen für Schüler mit Russisch als Ausgangssprache*. Pädagogisches Zentrum. Berlin. Arbeitspapiere. Heft 9.

Gnutzmann, C. (Hrsg.) (1988). *Fachbezogener Fremdsprachenunterricht*. Tübingen.

Hepsöyler, E. (1991). *Muttersprache und Zweitsprache: türkische Schulanfängerinnen und Schulanfänger in der Migration - ein Vergleich*. Frankfurt a. M., Bern, New York, Paris: Lang.

Hoffmann, L. (1987). *Kommunikationsmittel Fachsprache*. Berlin.

Knapp-Potthoff, A. & Knapp, K. (1982). *Fremdsprachenlernen und -lehren*. Stuttgart, Berlin, Köln, Mainz: Kohlhammer.

Kühn, G. (1995). *Weiterbildung von Aussiedlern unter besonderer Berücksichtigung fachübergreifender Kompetenzen - Abschlußbericht*. In: *Deutsch lernen*, 20 (1), S. 82-88.

Kuhs, K. (1989). *Sozialpsychologische Faktoren im Zweitspracherwerb*. Tübingen: Narr.

Leisen, J. (1991). *Über Sprachprobleme im deutschsprachigen Fachunterricht am Beispiel der Physikunterrichts*. In: *Zielsprache Deutsch*, 22 (3), S. 143-151.

Lichtfeldt, M. (1996). *Development of Pupils' Ideas of the Particulate Nature of Matter - Longterm Research Project*. In: Weford, G., Osborne, J. & Scott, P. (Eds.): *Research in Science Education in Europe. Current Issues and Themes*. Falmer Press, London, Washington, D.C, p. 212-228.

Lichtfeldt, M. (1992). *Schülervorstellungen in der Quantenphysik und ihre möglichen Veränderungen durch Unterricht*. Essen: Westarp. Wiss..

Luchtenberg, S. (1992). *Fachsprache im Unterricht mit Aussiedlerkindern*. In: Glumpler, E. (Hrsg.): *Mit Aussiedlerkindern lernen*. Braunschweig, S. 147-160.

Luchtenberg, S. (1991). *Fachsprachunterricht für Migrantenkinder - in welchem Fach?* In: *Deutsch lernen*, 16 (4), S. 380-388.

Meng, K. (1995a). *Sprachbiographien in einer rußlanddeutschen Aussiedlerfamilie*. In: *Deutsch lernen*, 20 (1), S. 31-51.

Meng, K. (1995b). *Sprachfähigkeiten, Sprachentwicklung und sprachliches Handeln bei Aussiedlern in Deutschland - empirische Zugänge*. In: *Deutsch lernen*, 20 (1), S. 68-81.

- Merten, S. (1995). Fremdspracherwerb als Element interkultureller Bildung. Frankfurt a. M. u.a., Lang.
- Möhn, D. & Pelka, R. (1984). Fachsprachen. Eine Einführung. Tübingen.
- Neuner, G. u. a. (1983). Förderung ausländischer Schüler in Sprach- und Fachunterricht. Deutsches Institut für Fernstudien. Tübingen.
- Neuner, G. (1987). Fachtheoretische Texte in der Berufsausbildung ausländischer Jugendlicher - Verstehensbarrieren, Verstehenshilfen, Verstehensstrategien. In: Zielsprache Deutsch, 18 (3), S. 36-49.
- Niederderer, H. & Schecker, H. (1992). Towards an explicit description of cognitive systems for research in physics learning. In: Duit, R., Goldberg, F. & Niederderer, H. (Hrsg.): Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies. Kiel, S. 74-98.
- Niederderer, H. & Goldberg, F. (1995). Lernprozesse beim elektrischen Stromkreis. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften. (ZfDN), 1 (1), S. 73-86.
- Oksaar, E. (1988). Fachsprachliche Dimension. Tübingen.
- Perdue, C. & Klein, W. (1992). Why does the production of some learners not grammaticalize? In: Studies in second language acquisition, 14, p. 259-272.
- Powers, W.T. (1973). Behavior: The control of perception. Chicago: Aldine Publishing Company.
- Reich, H. H. & Pörnbacher, U. (Hrsg.) (1993). Interkulturelle Didaktiken. Fächerübergreifende und fächerspezifische Ansätze. Münster, New York: Waxmann.
- Rhöneck v., Chr., Grob, K., Schnaitmann, G., & Völker, B.: Psychologische Erklärungsversuche für das Lernen in der einfachen Elektrizitätslehre. In: Duit, R. & v. Rhöneck, Chr. (Hrsg.) (1996). Lernen in den Naturwissenschaften. IPN Kiel, S.205-227.
- Schläger, H. (1992). Eingliederung junger Aussiedler. Band 3. Walter Wirtz Druck & Verlag, Speyer.
- Schmidt, W. (1969). Charakter und gesellschaftliche Bedeutung der Fachsprachen. In: Sprachpflege, 18, S. 10-21.
- Schwedes, H. (1995). Analogie-orientierte Elektrizitätslehre als Aufbau mentaler Modelle. Tagungspapier zum Workshop: „Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht.“ PH Ludwigsburg.
- Seiler, Th, B. (1985). Sind Begriffe Aggregate von Komponenten oder idiosynkratische Mini-theorien? In: Seiler, Th. B. & Wannemacher, W. (Hrsg.): Begriffs- und Wortbedeutungsentwicklung. Berlin, Heidelberg, S. 105-131.
- Skorsky, G. (1984). Begriffsbildung im Physikunterricht. Köln: Deubner.
- Steinmüller, U. (1992). Spracherwerbsbiografie und Zweisprachigkeit. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin, Reihe Geistes- und Sozialwissenschaften, 41 (5), S. 25-40.
- Uhlich, G. (1995). Schwierigkeiten beim Lernen und beim Gebrauch der deutschen Sprache bei Aussiedlern mit Russisch als dominanter Sprache - Sprachkontrastive Betrachtungen. In: Deutsch lernen, 20 (1), S. 19-29.
- Uhlich, G. (1995). Spracherwerb und Interferenz. In: Berliner Beiträge zu DaF. Wiss. Zschft. Der Humboldt Universität zu Berlin. Geistes und Sozialwissenschaften. 41 (5), S. 41-48.
- Vogel, K. (1992). „Ich komm' hier nicht mit, ich versteh' nichts“. Spätaussiedlerkinder an der Hauptschule. In: Glumpler, E. (Hrsg.): Mit Aussiedlerkindern lernen. Braunschweig, S. 137-146.
- Welzel, M. & Aufschnaiter, St. v. (1993). Der Einfluß von Interaktionen auf individuelle Lernprozesse. In: Behrendt, H. (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie. Alsbach, S. 208-210.
- Wygotski, L. S. (1977). Denken und Sprechen. Frankfurt/M..

Dr. Irene Demidow ist zur Zeit wissenschaftlicher Mitarbeiterin an der Universität Halle-Wittenberg, FG Didaktik der Physik.

Dr. Irene Demidow  
Martin-Luther-Universität  
Halle-Wittenberg  
FB Physik, FG Didaktik der Physik  
Hoher Weg 8  
06120 Halle/Saale