



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Physikunterricht zum Thema Wärmelehre  
in multikulturellen und multilingualen Klassen

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)

Verfasserin / Verfasser:	Michael Kałol
Matrikel-Nummer:	0300353
Studienrichtung (lt. Studienblatt):	A 190 412 406
Betreuerin / Betreuer:	Prof. Mag. Dr. Helga Stadler

Wien, im Jänner 2009



## **VORWORT**

Anderssprachigkeit und Zugehörigkeit zu einem anderen Kulturkreis werden immer noch politisch instrumentalisiert. Das Fremde wird als Bedrohung inszeniert, als Argument für eine Ausschließung und Stigmatisierung einzelner Bevölkerungsgruppen herangezogen. Interkulturelle Gemeinsamkeiten werden mit Vorurteilen belastet. Mit Missbilligung habe ich in diesem Zusammenhang die Werbekampagnen diverser Parteien vor den Nationalratswahlen 2008 verfolgt.

Unter Mehrsprachigkeit und Multikulturalität sehe ich etwas anderes, keine Bedrohung, sondern ein ungeheures Potenzial, das genützt werden kann und sollte, um die zukünftige wirtschaftliche Effizienz zu steigern und dadurch im Rahmen der fortschreitenden Globalisierung weiterhin konkurrenz- und leistungsfähig zu bleiben. Xenophobische Denkweisen sind hier völlig unangebracht und nicht vertretbar.

Multikulturelle und multilinguale Klassen, mit einem hohen Anteil an Schüler/innen mit Migrationshintergrund, sind bereits heute nichts Außergewöhnliches mehr. In absehbarer Zukunft wird diese Situation jedoch zum Regelfall, was auch den Physikunterricht vor neue Herausforderungen stellen kann und wird.

Mit dem Verfassen dieser Arbeit möchte ich einen kleinen Beitrag zur Verbesserung des Physikunterrichts in Hinblick auf die Bedürfnisse von Schüler/innen mit Migrationshintergrund und somit zur Bereicherung der Physikdidaktik leisten.

An dieser Stelle möchte ich mich bei Frau Prof. Mag. Dr. Helga Stadler bedanken, die mir bei der Vorbereitung und Realisierung meiner Arbeit mit Ratschlägen beiseite stand. Bedanken möchte ich mich auch bei all jenen, die mich auf dem Weg durch das Studium unterstützten, motivierten und an mich glaubten, vor allem bei meiner Verlobten, Evelyne.

Meinen besonderen Dank richte ich an die Lehrkräfte des MINA-Teams, die sich bereit erklärten, ihren Unterricht im Rahmen meiner Diplomarbeit videografieren und analysieren zu lassen, sowie an alle Schüler/innen der besuchten Klassen.

Michael Kačol



## KURZFASSUNG

Schüler/innen mit Migrationshintergrund haben oft mit sprachlich bedingten Zusatzbelastungen in der Schule zu kämpfen. „Aber auch sprachlich scheinbar versierte Schüler/innen mit Migrationshintergrund scheitern im Unterricht in den Schulen“ (Krumm, 2007, S. 199). Oft sind es gerade die häufig gut entwickelten allgemesprachlichen Kompetenzen (also eine gute Beherrschung der Umgangssprache) dieser Schüler/innen, die die mangelhafte Entwicklung der schul- und bildungssprachlichen Kompetenzen (fachspezifisches Kommunizieren, Lesen und Schreiben fachspezifischer Texte) verdecken (vgl. Schmölzer-Eibinger, 2008, S. 48-49). Das Fehlen dieser Kompetenzen kann die Lernprozesse und das Verständnis von Physik beeinträchtigen. Doch sind es (wie oben angemerkt) nicht nur die mangelnden Sprachkompetenzen, die diese Schüler/innen vor Hürden und Barrieren im Physikunterricht stellen. Auch andere physikdidaktische Aspekte sind von Bedeutung. Im Rahmen der Physikdidaktik sollten daher auch folgende Fragen gestellt werden:

- Welche besonderen Verständnisprobleme und Fehlvorstellungen haben Schüler/innen mit Migrationshintergrund?
- Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Bereich der Verständnisprobleme und Fehlvorstellungen gibt es in Hinblick auf „einheimische“ Schüler/innen?
- Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Bereich des fachbezogenen Sprachverhaltens gibt es in Hinblick auf „einheimische“ Schüler/innen?

Die vorliegende Arbeit widmet sich unter anderem der Untersuchung dieser Fragestellungen, wobei sich der Fokus dabei auf den Physikunterricht zum Themengebiet Wärme richtet.

Die Basis der vorliegenden Arbeit bildet das MINA<sup>1</sup> Projekt (Projektzeitraum: 2007/2008) der Fakultät für Physik – Didaktik und eLearning der Universität Wien. Die an diesem Projekt beteiligten Lehrkräfte unterschiedlicher Schultypen sowie Fachkräfte aus dem Bereich der Didaktik arbeiteten an so genannten „good practice“ Methoden unter Berücksichtigung der besonderen Bedürfnisse der Schüler/innen mit Migrationshintergrund. In jener Phase in der ich in das Projekt eintrat, konzentrierte

---

<sup>1</sup> MINA steht für Migrant/innen im naturwissenschaftlichen Unterricht, ein Projekt der Fakultät für Physik – Didaktik und eLearning der Universität Wien, Basis der vorliegenden Arbeit, mehr zum Projekt MINA s. 1.4.3.

sich das Projektteam auf die Entwicklung bzw. Weiterentwicklung vorhandener Unterrichtskonzepte und -materialien zum Stoffgebiet der Wärmelehre, welche anschließend auch an verschiedenen Schulen erprobt wurden.

Den Kern der vorliegenden Arbeit bildet die Analyse der Erprobungsphase der von dem MINA-Lehrkräfteteam entwickelten Unterrichtskonzepte und -materialien auf sprachlicher und inhaltlicher Ebene.

Selbstverständlich darf dabei nicht der Anschein geweckt werden, die Analyse der sprachlichen Ebene im Rahmen der vorliegenden Arbeit genüge einer profunden sprachwissenschaftlichen Untersuchung. Die Arbeit kann und möchte einem solchen eventuellen Anspruch auch nicht gerecht werden. Vielmehr wurde die Analyse der sprachlichen Ebene in einem solchen Ausmaß durchgeführt, wie dies für das eigentliche Untersuchungsziel (Fragestellungen der Untersuchung s. 3.1) von Relevanz war, um etwaige sprachbedingte oder sich in der Sprache äußernde Verständnisschwierigkeiten und Fehlvorstellungen zu analysieren.

Die Arbeit gliedert sich in zwei Teile, den theoretischen und den empirischen Teil: Im theoretischen Teil wird im ersten Kapitel zunächst die Bedeutung der Migration für Österreich skizziert. Dabei wird auf die Entwicklung der Migration während der letzten Jahrzehnte eingegangen, sowie die aktuelle Situation und deren Konsequenzen für den schulischen Bereich dargestellt. Das dabei verwendete aktuelle statistische Material sollte für eine gute Einstimmung auf die zu behandelnde Problematik sorgen. Als Abrundung werden einige sich mit dieser Thematik beschäftigende Projekte präsentiert, an denen sich die Arbeitsgruppe der Fakultät für Physik – Didaktik der Physik und eLearning der Universität Wien in den vergangenen Jahren beteiligt hat bzw. welche von ihr initiiert wurden.

Das zweite Kapitel des theoretischen Teils stellt neben dem „offensichtlichen“ Problem der Schüler/innen mit Migrationshintergrund, den mangelnden Sprachkompetenzen, auch einen anderen möglichen Problembereich, den der Schüler/innenvorstellungen bzw. allgemeiner Verständnisschwierigkeiten vor. Wie eingangs erwähnt, kann berechtigterweise die Frage gestellt werden, welche anderen Faktoren, neben den mangelnden Sprachkompetenzen, Schüler/innen mit Migrationshintergrund vor Hürden und Barrieren im Physikunterricht stellen.

Der empirische Teil besteht aus vier Kapiteln. Im ersten werden die Forschungsfragen und die in der Untersuchung verwendeten Methoden, allen voran die Videoanalyse, vorgestellt. Auch die Vorgehensweise und die Rahmenbedingungen innerhalb welcher die Untersuchung stattgefunden hat, werden erwähnt.

Das vierte Kapitel dokumentiert die Untersuchungsergebnisse der aus drei Perspektiven (Unterrichtsbeobachtung, Lehrkräfte, Schüler/innen) durchgeführten Analyse. Weiters wird die Effektivität der erprobten Unterrichtskonzepte und -materialien im Sinne von Verständniszuwachs (sowohl bei Schüler/innen mit als auch ohne Migrationshintergrund) untersucht.

Im fünften Kapitel werden die Ergebnisse und Erkenntnisse der Untersuchung zusammengefasst und eine Kriterienliste für einen sprachfördernden Physikunterricht zusammengestellt. Des Weiteren wird auf mögliche Verbesserungsansätze der erprobten Unterrichtskonzepte und -materialien hingewiesen.

Im abschließenden, sechsten Kapitel wird ein Ausblick auf zukünftige Potenziale und Herausforderungen vor dem Hintergrund der dargestellten Problematik gegeben.

Insgesamt soll die vorliegende Arbeit einen Beitrag zur Gestaltung eines (fach-)sprachfördernden Physikunterrichts unter der Berücksichtigung der besonderen Bedürfnisse von sprachlich schwächeren Schüler/innen mit Migrationshintergrund leisten, um der Zielgruppe das Verstehen und Lernen von Physik zu erleichtern.

Die von den Lehrkräften entwickelten bzw. überarbeiteten Unterrichtsmaterialien, aber auch andere Dokumente, können im Anhang nachgelesen werden.



# INHALTSVERZEICHNIS

## VORWORT

## KURZFASSUNG

### TEIL 1: Theoretischer Teil

<b>1. BEDEUTUNG UND PROBLEMATIK DER MIGRATION.....</b>	<b>1</b>
1.1 Internationale Migration in Österreich .....	1
1.2 Bildungsbeteiligung von Migrant/innen.....	4
1.3 Sprachförderung in Schulen.....	8
1.4 Forschungs- und Entwicklungsprojekte.....	10
1.4.1 PROMISE ( <i>Promotion of Migrants in Science Education</i> ) .....	10
1.4.2 Club LISE .....	12
1.4.3 MINA ( <i>Migrant/innen im naturwissenschaftlichen Unterricht</i> ) .....	12
<b>2. MIGRANT/INNEN IM PHYSIKUNTERRICHT .....</b>	<b>14</b>
2.1 Die Sprache im Physikunterricht .....	14
2.1.1 <i>Zur sprachlichen Situation von Migrant/innen allgemein</i> .....	15
2.1.2 <i>Zur sprachlichen Situation von Migrant/innen im Physikunterricht</i> .....	17
2.1.3 <i>Hinweise für Lehrkräfte</i> .....	19
2.1.4 <i>Beispiel einer Intervention auf sprachlicher Ebene: Literale Didaktik</i> .....	21
2.2 Schüler/innenvorstellungen im Physikunterricht.....	22
2.2.1 <i>Allgemein zu den Schüler/innenvorstellungen</i> .....	22
2.2.2 <i>Einige Schüler/innenvorstellungen in der Wärmelehre</i> .....	23
2.3 Ein Schülerinnen <u>und</u> Schüler gerechter Physikunterricht .....	25
2.4 Zusammenfassung des theoretischen Teils.....	25

### TEIL 2: Empirischer Teil

<b>3. FRAGESTELLUNG UND METHODE .....</b>	<b>27</b>
3.1 Forschungsfragen .....	27
3.2 Methode und Vorgangsweise.....	28
3.2.1 <i>Videoaufnahmen als Forschungsmethode</i> .....	28
3.2.2 <i>Gespräche mit Lehrkräften und Schüler/innen</i> .....	34
3.2.3 <i>Kontrolle der Effizienz</i> .....	35
3.2.4 <i>Partizipation am Projekt MINA</i> .....	35

<b>4. AUSWERTUNG UND INTERPRETATION DER DATEN.....</b>	<b>36</b>
4.1 Videoanalyse der hospitierten Unterrichtsstunden .....	36
4.1.1 Videoanalyse – Gruppe A (BRG).....	37
4.1.2 Videoanalyse – Gruppe A (IGW).....	45
4.1.3 Zusammenfassung der Videoanalysen – Gruppe A.....	52
4.1.4 Videoanalyse – Gruppe B (HS).....	55
4.1.5 Videoanalyse – Gruppe B (BHS) .....	61
4.1.6 Zusammenfassung der Videoanalysen – Gruppe B.....	66
4.1.7 Videoanalyse – Gruppe C (HS) .....	68
4.1.8 Videoanalyse – Gruppe C (IGW) .....	74
4.1.9 Zusammenfassung der Videoanalysen – Gruppe C.....	79
4.2 Perspektive der Lehrer/innen und Schüler/innen.....	80
4.2.1 Gespräche mit den Schüler/innen.....	81
4.2.2 Gespräche mit den Lehrkräften .....	87
4.2.3 Zusammenfassung der geführten Gespräche.....	94
4.3 Wissenscheck – Kontrolle der Effizienz.....	97
4.3.1 Inhaltliche und sprachliche Auswertung der Vor- und Nachttests.....	97
4.3.2 Zusammenfassung der Auswertung der Wissenschecks .....	114
<b>5. ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE.....</b>	<b>117</b>
<b>6. SCHLUSSBEMERKUNG .....</b>	<b>132</b>

## LITERATURVERZEICHNIS

### ANHANG

A 1-4 Tabellen, Transkriptionsregeln, Elternbrief.....	I
A 5 Unterrichtsmaterialien der Gruppe A.....	V
A 6-7 Unterrichtsmaterialien der Gruppe B.....	VIII
A 8 Unterrichtsmaterialien der Gruppe C.....	XIII

### LEBENS LAUF

## 1. BEDEUTUNG UND PROBLEMATIK DER MIGRATION

### 1.1 Internationale Migration in Österreich

Bereits vor mehreren Jahren hat die Geburtenbilanz als Einflussfaktor auf die Bevölkerungsentwicklung Österreichs an Bedeutung verloren. Das natürliche Bevölkerungswachstum wurde von der Zuwanderung als wesentliches Element der demographischen Entwicklung abgelöst<sup>2</sup>. (Vgl. Lehart/Marik-Lebeck, 2007a, S. 146-147.)

Die Zuwanderung im Rahmen der internationalen Migration hat in Österreich eine lange Geschichte, die aus heutiger Sicht in drei Zuwanderungsperioden unterteilt werden kann (s. dazu Abb. 1.1). In eine von 1960 bis 1974 anhaltende Periode starker Zuwanderung, in eine Periode struktureller Veränderungen des Phänomens der Arbeitsmigration in den Jahren 1975 bis 1990 und in eine bis heute anhaltende Periode erneuter starker Zuwanderung. (Vgl. Lehart/Marik-Lebeck, 2007b, S. 166-168.)

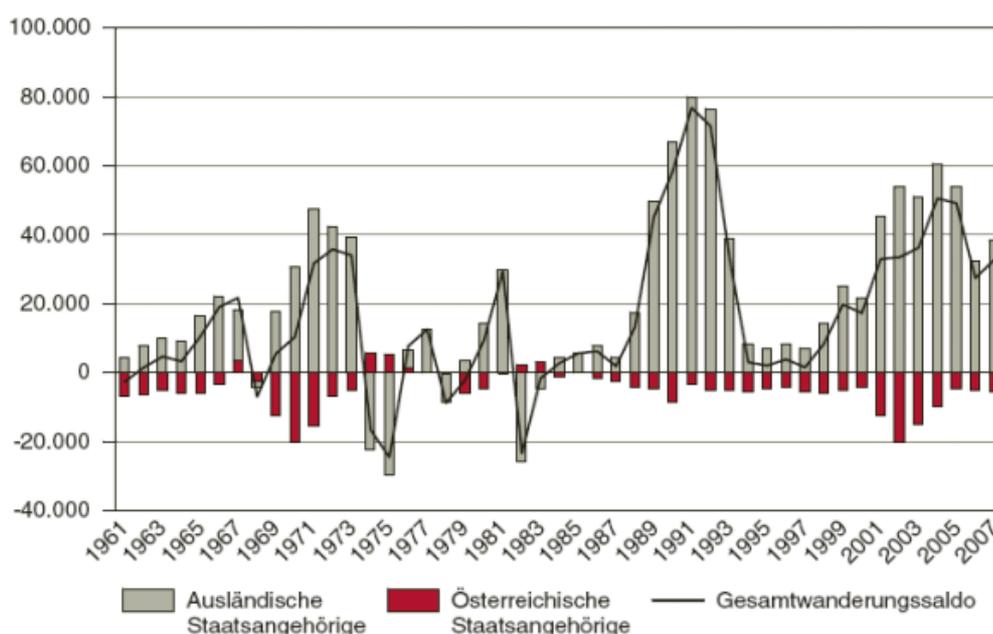


Abb. 1.1: Wanderungssaldo 1961-2007 nach Staatsangehörigkeit<sup>3</sup>

Die erste Zuwanderungsperiode begann in den 1960er Jahren, als auf dem österreichischen Arbeitsmarkt ein Arbeitskräftemangel herrschte. Anwerbung ausländischer Arbeitskräfte sollte dieses Problem lösen, wobei es sich um eine vorübergehende, nach dem Rotationsprinzip funktionierende Arbeitsmigration handeln sollte. Im Jahr

<sup>2</sup> Im Zeitraum 2002-2005 beliefen sich die jährlichen Wanderungsgewinne auf +42.400 Personen, wogegen die natürliche Bevölkerungsbilanz nur +2.400 betrug (vgl. Lehart/Marik-Lebeck, 2007a, S. 147).

<sup>3</sup> URL: [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/bevoelkerung/wanderungen/wanderungen\\_insgesamt/022725.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/bevoelkerung/wanderungen/wanderungen_insgesamt/022725.html) [27.07.2008]

1974 (Erdölkrise) endete diese Periode der starken Zuwanderung, doch die Zahl der ausländischen Bevölkerung verringerte sich in den nachkommenden Jahren nur wenig, was in Abb. 1.2 deutlich erkennbar ist. Während dieser Zuwanderungsperiode spielte die Arbeitsmigration kaum eine Rolle, sie wurde von der Zuwanderung in Form von Familiennachzügen abgelöst. Gesellschaftlich betrachtet bedeutete dies eine wesentliche strukturelle Veränderung, denn plötzlich waren die Ausländer/innen nicht mehr bloß als vorübergehende Arbeitsmigrant/innen anzusehen. (Vgl. Lebhart/Marik-Lebeck, 2007b, S. 166-168.)

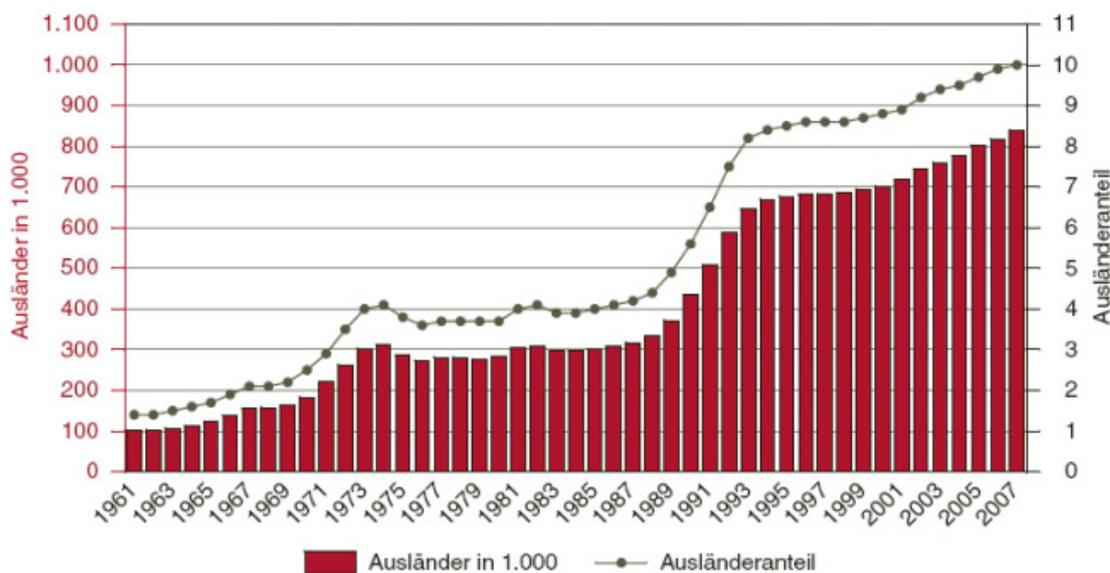


Abb. 1.2: Ausländerzahl sowie Ausländeranteil seit 1961<sup>4</sup>

Anfang der 1990er Jahre (Beginn politischer und wirtschaftlicher Reformen in Mittelest- und Osteuropa) nahm die Zuwanderung erneut stark zu, bis zu der Einführung einer sogenannten Quotenregelung für Ausländer/innen im Jahr 1992/1993. Ab Mitte der 1990er Jahre bis etwa zur Jahrtausendwende hin blieb das jährliche Zuwanderungssaldo in etwa konstant. In den letzten vergangenen Jahren stieg der Ausländeranteil aufgrund EU-interner Migration sowie Familienzusammenführungen als Echoeffekt vergangener Zuwanderungen wieder kräftiger an. Natürlich sind Verzerrungen der Zahlen aufgrund von Einbürgerungen zu beachten. (Vgl. Lebhart/Marik-Lebeck, 2007a, S. 146-148.)

<sup>4</sup> URL: [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/bevoelkerung/bevoelkerungsstand\\_jund\\_veraenderung/bevoelkerung\\_im\\_jahresdurchschnitt/023142.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/bevoelkerung/bevoelkerungsstand_jund_veraenderung/bevoelkerung_im_jahresdurchschnitt/023142.html) [27.07.2008]

2007 betrug der Ausländeranteil an der Gesamtbevölkerung Österreichs etwa zehn Prozent. Wird von Bevölkerung mit Migrationshintergrund gesprochen, stellt sich die Frage nach der entsprechenden Definition dieser Zielgruppe. Die „aktuelle Staatsangehörigkeit“ allein kann kein ausreichendes Merkmal dafür sein, ob ein Mensch einen Migrationshintergrund hat oder nicht (Eingebürgerte Migrant/innen würden nicht erfasst werden!). Die Bezeichnungen Migrant/in und Ausländer/in werden somit oft irrtümlich synonym gebraucht. Ein weiteres Kriterium zur Identifizierung der Zielgruppe wäre also notwendig. Als ein solches bietet sich das Merkmal „Geburtsland“<sup>5</sup> bzw. „Herkunftsland“ an. Erst die Kombination der beiden Merkmale „aktuelle Staatsbürgerschaft“ und „Geburtsland“ ermöglicht es, die gewünschte Zielgruppe zu erfassen. Ansonsten würden Personen, die bereits die österreichische Staatsbürgerschaft angenommen haben oder jene, die zwar eine fremde Nationalität haben aber in Österreich geboren sind, nicht zur Gruppe der Personen mit Migrationshintergrund gezählt werden. (Vgl. Lehart/Marik-Lebeck, 2007b, S. 165.)

Die Zielgruppe „Bevölkerung mit Migrationshintergrund“ kann zwar, wie eben dargestellt, von der Gesamtbevölkerung gut abgegrenzt, jedoch nicht durchgehend als homogen aufgefasst werden. Auch innerhalb dieser Bevölkerungsgruppe ist es sinnvoll genauer zu differenzieren. Folgende Einteilung<sup>6</sup> nach Geburtsort der Person und deren Eltern ist üblich:

1. Generation: Eigener und der Geburtsort beider Elternteile befinden sich im Ausland.
2. Generation: Eigener Geburtsort in Ö. und Geburtsort beider<sup>7</sup> Elternteile im Ausland.

Im ersten Quartal 2008 lebten in Österreich 1,427 Millionen Menschen mit Migrationshintergrund, wobei etwa die Hälfte davon die österreichische Staatsbürgerschaft besaß. Von vier Personen mit Migrationshintergrund gehörten drei zur ersten Generation. Der Großteil der Zuwanderer kam aus Nicht-EU-Staaten, wobei Ex-

<sup>5</sup> Bei der Volkszählung im Jahr 2001 wurde erstmals das Merkmal *Geburtsland* erhoben. Seit 2002 führt Statistik Austria das Bevölkerungsregister POPREG in dem Daten aus dem Zentralen Melderegister ZMR verarbeitet werden. Im POPREG ist seit 2005 auch das demographische Grundmerkmal *Geburtsland* enthalten. POPREG ermöglicht es den Bevölkerungsstand für beliebige Stichzeitpunkte und nach einheitlichen Kriterien für alle Gebietseinheiten Österreichs auszuweisen. (Vgl. Lehart/Marik-Lebeck, 2007b, S. 165; URL: <http://www.wien.gv.at/statistik/daten/pdf/methoden-bevoelkerung.pdf> [27.07.2008].)

<sup>6</sup> Vgl. auch URL: <http://unece.org/stats/documents/2010.00.census.htm>, englische Version, S. 97 [27.07.2008].

<sup>7</sup> In Österreich geborene Kinder mit lediglich einem Elternteil ausländischer Herkunft können statistisch nicht erfasst werden (vgl. Lehart/Marik-Lebeck, 2007b, S. 170).

Jugoslawien und die Türkei die Hauptherkunftsländer waren (s. dazu auch Tabelle A1 im Anhang). Deutschland und Polen waren die Hauptherkunftsländer innerhalb des EU-Raums. Während die Geschlechterproportion der Bevölkerung mit Migrationshintergrund sich von jener der Bevölkerung ohne Migrationshintergrund kaum unterschied, stellte das Durchschnittsalter einen wesentlichen statistischen Unterschied dar, das mit 36,8 Jahren um etwa vier Jahre niedriger als das Durchschnittsalter der Bevölkerung ohne Migrationshintergrund lag. Große Unterschiede gibt es zwischen der ersten und zweiten Generation, was die Altersstruktur der beiden Gruppen betrifft. Ist nur etwa jede fünfte Person der ersten Generation jünger als 15 Jahre, so ist es jede zweite Person der zweiten.<sup>8</sup> Die Verteilung der Bevölkerung mit Migrationshintergrund<sup>9</sup> ist sehr unterschiedlich, wobei in Wien absolut und relativ die meisten Menschen mit Migrationshintergrund (36%) leben, gefolgt von Vorarlberg (21%). Österreichweit liegt der Anteilswert bei 17,4%.<sup>10</sup>

Obwohl der Ausländer/innenanteil in städtischen Gebieten durchschnittlich zwei- bis dreimal so hoch ist wie in ländlichen Regionen, sind nicht nur große Städte wie Wien, Graz oder Linz von der Migration und den damit verbundenen Herausforderungen betroffen. Auch in immer mehr mittleren und kleineren Städten und Gemeinden ist der Anteil der Bevölkerung mit Migrationshintergrund nicht mehr zu vernachlässigen<sup>11</sup>. (Vgl. Lebhart/Marik-Lebeck, 2007b, S.180.)

## 1.2 Bildungsbeteiligung von Migrant/innen

Im Laufe der Jahre hat sich die Form der Einwanderung nach Österreich wesentlich verändert. Aus der anfänglichen Zeitwanderung ist dauerhafte Einwanderung geworden. Kamen anfangs meist allein lebende Männer als Arbeitskräfte nach Österreich, so entstand durch den verstärkten Familiennachzug eine neue, vollwertige Bevölkerungsgruppe. Dadurch rückte auch die Frage nach der Integration der zugewanderten Bevölkerung ins Zentrum des gesellschaftlich- aber auch bildungspolitischen Lebens. (Vgl. Fassmann/Reeger, 2007, S. 183.)

---

<sup>8</sup> Altersverteilung der 1. Generation: 22% (15-29 Jahre), 33% (30-44 Jahre), 24% (45-59 Jahre), Altersverteilung der 2. Generation: 54% (0-14 Jahre), 22% (15-29 Jahre)

<sup>9</sup> Verteilung: Ö 17,4%, BGL 8,1%, KTN 9,0%, NÖ 11,9%, OÖ 14,2%, SBG 17,9%, STM 8,6%, TIR 15,6%, VBG 21,0%, W 35,6%

<sup>10</sup> URL: [http://www.statistik.at/web\\_de/presse/032181](http://www.statistik.at/web_de/presse/032181) [27.07.2008]

<sup>11</sup> Vgl. dazu auch URL: [http://www.statistik.at/web\\_de/static/bevoelkerung\\_mit\\_nicht-oesterreichischer\\_staatsangehoerigkeit\\_2001\\_nach\\_po\\_025457.pdf](http://www.statistik.at/web_de/static/bevoelkerung_mit_nicht-oesterreichischer_staatsangehoerigkeit_2001_nach_po_025457.pdf) [28.07.2008]

Das schlechte Bildungsniveau der in Österreich lebenden ausländischen Bevölkerung spiegelt sich entsprechend auch auf dem Arbeitsmarkt wieder. Mehr als die Hälfte dieser Bevölkerungsgruppe besitzt nur einen Pflichtschulabschluss, aber auch eine gute Ausbildung garantiert keine gute Position auf dem Arbeitsmarkt. So trifft man ausländische Akademiker, die zum Beispiel als Reinigungskräfte oder Taxifahrer tätig sind. Während beispielsweise Zuwanderer aus Deutschland oder Polen häufig eine hohe bis sehr hohe Schulbildung haben<sup>12</sup>, besitzt die Gruppe türkischstämmiger Zuwanderer zu etwa 80 % nur den Pflichtschulabschluss. (Vgl. Fassmann/Reeger, 2007, S. 191-192.)

Diese Tatsache ist nicht unbedeutend, denn das Bildungsniveau der Eltern von Kindern und Jugendlichen mit Migrationshintergrund hat einen erheblichen Einfluss auf ihren Bildungsweg und -erfolg (Ökosozialer Hintergrund). Bisweilen war die statistische Erfassung von Schüler/innen mit Migrationshintergrund an österreichischen Schulen nur sehr unzureichend, da nur mit dem Erhebungsmerkmal „Staatsbürgerschaft“ gearbeitet wurde und somit bereits eingebürgerte Schüler/innen nicht erfasst wurden. Eine bessere Übersicht (s. dazu Abb. 1.3) ermöglichte die statistische Erfassung nach dem Erhebungskriterium „Erstsprache“. (Vgl. Weiss/Unterwurzacher, 2007, S. 227-228.)

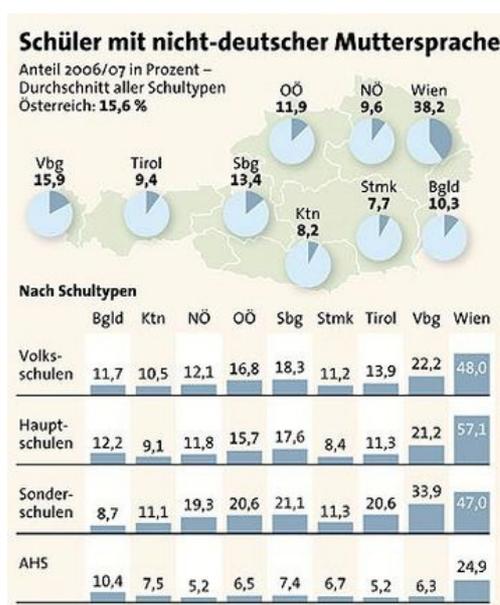


Abb. 1.3: Schüler mit nicht-deutscher Muttersprache<sup>13</sup>

<sup>12</sup> Dabei sollte jedoch auch berücksichtigt werden, dass nach dem EU-Beitritt Polens vermehrt auch schlechter ausgebildete Arbeitskräfte nach Österreich kamen.

<sup>13</sup> APA nach URL: <http://diepresse.com/home/panorama/oesterreich/357777/index.do> [29.07.2008]

Nach der Staatszugehörigkeit aufgeschlüsselt, bildeten Kinder und Jugendliche türkischer oder jugoslawischer Abstammung die zahlenmäßig größten Schüler/innengruppen mit Migrationshintergrund. Bei genauerer Betrachtung der Verteilung von Schüler/innen mit Migrationshintergrund auf die verschiedenen Schultypen zeigte sich, dass besonders Schüler/innen mit türkischer Staatsbürgerschaft an Sonderschulen über- und an den höheren Schulen unterrepräsentiert<sup>14</sup> waren, wobei in dieser Gruppe ein Trend in Richtung der berufsbildenden mittleren Schulen zu erkennen war. Schüler/innen mit Staatsbürgerschaft eines der Staaten des ehemaligen Jugoslawien, waren zwar stärker an höheren Schulen vertreten als ihre türkischstämmigen Mitschüler/innen, im Vergleich mit österreichischen Schüler/innen waren sie dort aber immer noch unterrepräsentiert. In dieser Gruppe konnte der Trend weg von polytechnischen hin zu berufsbildenden mittleren Schulen beobachtet werden. Schüler/innen mit der Staatsbürgerschaft eines der ost- und mitteleuropäischen Staaten durchlaufen meist eine längere Bildungskarriere und sind im Bereich der höheren Schulen deutlich überrepräsentiert. Geschlechterspezifisch betrachtet ist aufgefallen, dass ausländische Mädchen bessere Bildungserfolge erzielen als ausländische Burschen. Besonders interessant ist jedoch die Tatsache, dass die zweite Generation der Schüler/innen mit Migrationshintergrund im österreichischen Schulsystem großteils schlechter abschneidet als die erste<sup>15</sup>. Dies hat zur Konsequenz, dass keine Angleichung an die Bildungs- und Qualifikationsstrukturen der einheimischen Bevölkerung stattfindet. (Vgl. Weiss/Unterwurzacher, 2007, S. 228-241.)

Auch die Ergebnisse der im Jahre 2006 durchgeführten PISA Studie, bei der die Naturwissenschaften zum ersten Mal Schwerpunktbereich waren, weisen auf diesen Missstand hin:

*Sehr stark benachteiligt das österreichische Schulsystem Jugendliche mit Migrationshintergrund. Migrantenkinder kommen nicht nur häufiger aus einem Elternhaus mit einem geringeren sozioökonomischen Status. Der Leistungsabstand ist gegenüber einheimischen Schülern über den sozioökonomischen Effekt hinaus zudem deutlich höher als in anderen Ländern mit vergleichbarem Migrantanteil. Bei Migranten zweiter Generation etwa (im Land geboren, aber beide Elternteile*

---

<sup>14</sup> Über- bzw. unterrepräsentiert bedeutet, dass Schüler/innen der jeweiligen Herkunftsländer in Bezug auf die Gesamtverteilung in den entsprechenden Schulformen über- bzw. unterrepräsentiert sind (vgl. Weiss/Unterwurzacher, 2007, S. 229).

<sup>15</sup> Die Mehrzahl durchgeführter Studien weist darauf hin, dass für das schlechtere Abschneiden der Schüler/innen mit Migrationshintergrund (wobei überraschenderweise die zweite Generation schlechter abschneidet als die erste) der soziokulturelle Hintergrund (Berufsposition, Bildungsniveau und Bildungsaspirationen der Eltern) in erster Linie verantwortlich sein könnte (vgl. Weiss/Unterwurzacher, 2007, S.241).

*im Ausland geboren), die ihre gesamte Schullaufbahn in Österreich verbracht haben ist der Abstand zu einheimischen Schülern mit 92 Punkten so groß wie in fast keinem anderen OECD-Land. Bei Migranten erster Generation (Jugendlicher und beide Eltern im Ausland geboren) ist der Abstand mit 89 auf einheimische Schülerinnen und Schülern in einer ähnlichen Größenordnung. 38 Punkte auf der PISA-Skala entsprechen etwa dem Leistungszuwachs eines Schuljahrs.<sup>16</sup>*

Bereits die vorangegangenen PISA Studien (2000 und 2003) stellten Leistungsunterschiede zwischen Schüler/innen mit und ohne Migrationshintergrund fest. Bei PISA 2003 gehörte Österreich zu jenen Ländern, in denen die Leistungsunterschiede zwischen den genannten Schüler/innengruppen am stärksten ausgeprägt waren:

*Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund den eigenen Angaben zufolge ein Niveau an positiven Lerneinstellungen aufweisen, das dem ihrer einheimischen Altersgenossen vergleichbar oder sogar überlegen ist. [...] Trotz dieser starken Lernbereitschaft erzielen Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund häufig deutlich niedrigere Ergebnisse als ihre einheimischen Altersgenossen. [...] Am stärksten ausgeprägt sind die Unterschiede in Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, den Niederlanden, Österreich und der Schweiz. In drei der klassischen Einwanderungsländer – Australien, Kanada und Neuseeland – sowie in Macau (China) hingegen sind die Leistungen der Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund mit denen der einheimischen Schüler vergleichbar.<sup>17</sup>*

Dieses Ergebnis (s. obiges Zitat) deutet zudem darauf hin,

*[...] dass sich die relativen Leistungsniveaus der Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund nicht allein aus der Zusammensetzung der Migrantenpopulation in Bezug auf ihren bildungsbezogenen und sozioökonomischen Hintergrund erklären. (ebd.)*

Des Weiteren wurde bemerkt, dass

*[...] kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Grad der Clusterbildung innerhalb einzelner Länder und dem Umfang des Leistungsabstands zwischen Schülerinnen und Schülern aus Migrantenfamilien und einheimischen Schülerinnen und Schülern [besteht]. Die Verteilung der Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund auf die verschiedenen Schulen scheint somit nicht für die im internationalen Vergleich festzustellende Varianz des Leistungsabstands zwischen solchen und einheimischen Schülerinnen und Schülern verantwortlich zu sein. (ebd.)*

Auch die Sprache hat Einfluss auf die schulischen Leistungen der Schüler/innen mit Migrationshintergrund:

*Die Länder [in denen die Studie durchgeführt wurde] unterscheiden sich auch in Bezug auf den Prozentsatz der Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund, deren Muttersprache nicht die Unterrichtssprache ist. Bei Berücksichtigung der im Elternhaus gesprochenen Sprache verringern sich in der Regel die zwischen einheimischen Schülerinnen und Schülern und solchen mit Migrationshintergrund festgestellten Leistungsunterschiede. [...] In mehreren Ländern sind die Leistungsunterschiede aber auch dann noch signifikant. Dies gilt für die Schülerinnen und Schü-*

<sup>16</sup> URL: [http://www.oecd.org/document/20/0,3343,de\\_34968570\\_35008930\\_39721428\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/20/0,3343,de_34968570_35008930_39721428_1_1_1_1,00.html) [11.01.2009]

<sup>17</sup> URL: <http://www.oecd.org/dataoecd/2/57/36665235.pdf> [11.01.2009]

*ler der ersten und der zweiten Generation in Belgien, Dänemark, Frankreich, den Niederlanden, **Österreich** und der Schweiz [...] Länder, in denen ein starker Zusammenhang zwischen der zu Hause gesprochenen Sprache und den Mathematikleistungen zu beobachten ist, sollten u.U. über eine Verstärkung der **Sprachförderung in den Schulen** nachdenken. (ebd.)*

### 1.3 Sprachförderung in Schulen

Die Notwendigkeit einer intensiven Sprachförderung der betroffenen Schüler/innengruppe sowohl in der Erstsprache<sup>18</sup> als auch in der Zweitsprache<sup>19</sup> (Deutsch) ist unumstritten. In der Schule findet die sprachliche Förderung auf drei Arten statt:

In Form des Förderunterrichts in Deutsch als Zweitsprache, in Form muttersprachlichen Unterrichts (diese beiden Fördermaßnahmen stehen, falls sie angeboten werden, den Schüler/innen als unverbindliche Übung bzw. Freigegegenstand zu Verfügung) und in Form des Unterrichtsprinzips Interkulturelles Lernen<sup>20</sup>. (Vgl. de Cillia, 2007, S. 252.)

Die beiden Erstgenannten finden meist außerhalb des regulären Unterrichts, in sprachlich homogenen Schüler/innengruppen statt. Es hat sich jedoch gezeigt, dass sich diese Fördermaßnahmen nur wenig bewähren. Nach Schmölzer-Eibinger (2008, S. 44) brachte der muttersprachliche Unterricht zwar Fortschritte in der Sprachkompetenz der Erstsprache, diese konnten jedoch nicht auf die Zweitsprache übertragen werden. Damit ist nicht gemeint, dass die Förderung der Erstsprache nicht sinnvoll wäre. Ganz im Gegenteil zeigt sich, dass eine Förderung der Erstsprache großen Einfluss auf die sprachliche Entwicklung der Zweitsprache hat. Sie ist notwendig um ein Abrutschen des bzw. der Lernenden in einen sogenannten Semilingualismus<sup>21</sup> zu verhindern. Eine solide erstsprachliche Entwicklung stellt ein wichtiges Fundament für das Erlernen und Entwickeln in der Zweitsprache dar. (Vgl. Schmölzer-Eibinger, 2008, S. 45).

---

<sup>18</sup> Erstsprache ist jedoch nicht in jedem Fall gleich Muttersprache. Besonders in der zweiten oder dritten Generation ist es problematisch noch von Muttersprache zu sprechen (Schmölzer-Eibinger, 2008, S. 44).

<sup>19</sup> Zweitsprachenlernende sind Schüler/innen mit einer anderen Erstsprache als Deutsch

<sup>20</sup> Dieses Unterrichtsprinzip wurde Anfang der 1990er Jahre als Reaktion auf den starken Zuwachs an Schüler/innen mit Migrationshintergrund eingeführt und in die Lehrpläne aufgenommen. Es gibt keine einheitliche Definition für dieses Unterrichtsprinzip. Eine sei hier genannt: Interkulturelles Lernen ist das gemeinsame Lernen und Leben von Kindern in den Schulklassen, die Einbindung und Sichtbarmachung ihrer Sprachen sowie die Respektierung ihrer kulturell bedingter Lebensverhältnisse (Binder, 2002, S. 33).

<sup>21</sup> Eine beeinträchtigte Entwicklung der Erstsprache kann dazu führen, dass Zweitsprachenlernende beide Sprachen nur mangelhaft beherrschen (Schmölzer-Eibinger, 2008, S. 45).

Diese kurze Darstellung der aktuellen Situation der Sprachfördermaßnahmen an Schulen weist auf notwendiges Umdenken hin, wie es auch der folgende Standard Zeitungsartikel beschreibt:

*Derzeit hätten in Wien rund 45 Prozent der Volksschüler einen Migrationshintergrund, sagte Schmied [Bundesministerin für Unterricht, Kunst und Kultur]. Dabei habe sich gezeigt, dass die zweite Generation von Einwanderern größere Schwierigkeiten beim Unterricht habe als die erste, sagte Schmied. Die Anzahl von Pädagogen, die ebenfalls einen solchen Hintergrund aufweisen, liege aber weit niedriger. [...] Die Förderung von Deutsch bleibe weiterhin "unverzichtbar", betonte Schmied. Im September werde etwa in ganz Österreich ein aus Mitteln des Bundes finanziertes, fünf Millionen Euro schweres Programm zur Förderung von Deutsch für Kinder mit Migrationshintergrund in Kindergärten starten.*

*Die Förderung der Mehrsprachigkeit ist auch ein Bildungsschwerpunkt der Europäischen Union. Am Donnerstag verabschiedeten die zuständigen Minister eine Erklärung, in der es heißt: "Für Migranten sollte als Hilfe zur erfolgreichen Integration ausreichende Unterstützung gewährt werden, damit sie die Sprache(n) des Gastlandes lernen können, während die Bevölkerung der Aufnahmeländer dazu angehalten werden sollte, Interesse an den Kulturen der Einwanderer zu zeigen."*

*Aufgrund ihrer wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Bedeutung müsse die Förderung der Fremdsprachenkenntnisse mehr Bedeutung erhalten. Derzeit würden die sprachlichen Erfordernisse in der europäischen Gesellschaft "noch immer auf unzureichende Weise berücksichtigt werden", heißt es in der EU-Erklärung.<sup>22</sup>*

In der vorliegenden Arbeit wird auf Möglichkeiten der Förderung von Deutsch als Zweitsprache im Physikunterricht eingegangen, die die Physiklehrkräfte dazu herausfordern sollen einen sprachsensiblen und sprachfördernden Unterricht zu gestalten.

*[...] "Jeder Lehrer ist auch ein Deutschlehrer, denn schließlich unterrichten auch Mathe-LehrerInnen auf Deutsch", so Hrubesch [Vorsitzende des Österreichischen Verbandes für Deutsch als Fremdsprache]. Deshalb bräuchten nicht nur Sprach- sondern auch FachlehrerInnen die nötigen Kompetenzen, um MigrantInnen Sprache zu vermitteln. Denn: "Wird die Sprache nicht gefördert, stagniert auch das Lernen."<sup>23</sup>*

Es wäre allerdings auch notwendig, diese Problematik und entsprechende Aus- und Fortbildungsmöglichkeiten in der Lehrer/innenausbildung zu thematisieren und zu verankern, was in den aktuellen (nicht nur naturwissenschaftlichen) Lehramtstudienplänen<sup>24</sup> nicht der Fall ist. Denn:

*[...] "Die Sprachbarrieren machen allen LehrerInnen zu schaffen", berichtet Sprachwissenschaftlerin Katharina Brizic. Der Großteil habe während der Ausbildung nicht gelernt, mit Kindern mit Migrationshintergrund umzugehen. "Beim interkulturellen Lernen gibt es großen Nachholbedarf an*

---

<sup>22</sup> URL: <http://derstandard.at/> „Bundesministerin will Muttersprache von Migranten fördern“ [22.05.2008]

<sup>23</sup> URL: <http://derstandard.at/> „Jeder Lehrer ein Deutschlehrer“ [22.05.2008]

<sup>24</sup> Das Lehramtstudium Germanistik bietet Wahlpflichtfachmodul Deutsch als Fremd- und Zweitsprache DaF/DaZ im Ausmaß von 16 SSt. an.

*unseren Hochschulen", meint die Lehrbeauftragte. Zumindest die Bereitschaft der LehrerInnen, sich fortzubilden, um SchülerInnen besser integrieren zu können, sei jedenfalls da. Die Ratlosigkeit unter den LehrerInnen zeige auch, wie sehr die Änderung der Ausbildung notwendig ist. "Deutsch als Zweitsprache" soll deshalb für alle PädagogInnen zum verpflichtenden Ausbildungsinhalt werden.<sup>25</sup>*

Die Fakultät für Physik – Didaktik der Physik und eLearning der Universität Wien hat einige Projekte gestartet, die sowohl eine Verbesserung der Situation im Physikunterricht, als auch eine Verbesserung der Aus- und Fortbildung von Physiklehrkräften bezwecken sollten. Diese Projekte werden im folgenden Abschnitt kurz vorgestellt.

## **1.4 Forschungs- und Entwicklungsprojekte**

In diesem Abschnitt werden einige Projekte vorgestellt, an denen sich die Fakultät für Physik – Didaktik der Physik und eLearning der Universität Wien beteiligt hat bzw. solche, die von ihr initiiert wurden, um Schüler/innen mit Migrationshintergrund zu unterstützen und zu fördern. Eines dieser Projekte, das Projekt MINA (s. 1.4.3), bildete den Ausgangspunkt und die Grundlage für die vorliegende Arbeit.

### **1.4.1 PROMISE (Promotion of Migrants in Science Education)**

PROMISE ist ein FP6<sup>26</sup> EU-Projekt, an dem von Oktober 2005 bis November 2007 die Didaktik der Physik der Universität Wien<sup>27</sup> teilgenommen hat. Weitere teilnehmende Universitäten waren die Humboldt Universität zu Berlin, die Universität Sarajevo und die Yildiz Technische Universität Istanbul. Insgesamt waren also zwei Universitäten aus den sogenannten Ziel- und zwei aus Herkunftsländern im Projekt vertreten. Die Projektidee und der Projektentwurf stammte von Mag. Tanja Tajmel (Humboldt Universität zu Berlin) und Dr. Klaus Starl (ETC<sup>28</sup> Graz), der das Projekt auch koordinierte.<sup>29</sup> Das folgende Zitat beschreibt die vom Projekt verfolgten Absichten:

---

<sup>25</sup> URL: <http://derstandard.at/> „Jeder Lehrer ein Deutschlehrer“ [22.05.2008]

<sup>26</sup> 6. Rahmenprogramm zur Forschungsförderung der EU (6th Framework Programme for research and technological development)

<sup>27</sup> Projektleitung für die Projekte der Universität Wien: Prof. Mag. Dr. Helga Stadler, Projektmitarbeiter/innen der Universität Wien: Mag. Susanne Neumann, Mag. Clemens Nagel

<sup>28</sup> steht für: European Training Centre for Human Rights and Democracy

<sup>29</sup> Vgl. URL: <http://www.promise.at> s. auch URL: [http://promise.at/cms/fileadmin/user\\_upload/Projekte/laufend/PROMISE/PROMISE\\_Tajmel\\_Starl\\_2005.pdf](http://promise.at/cms/fileadmin/user_upload/Projekte/laufend/PROMISE/PROMISE_Tajmel_Starl_2005.pdf) [28.10.2008] Das Projekt wurde im Rahmen des 6. Rahmenprogramms zur Forschungsförderung der EU eingereicht und für den Zeitraum von 01.10.2005 bis 30.09.2008 zur Umsetzung bewilligt.

*Das Projekt promise hat zum Ziel, junge Menschen mit Migrationshintergrund und aus sozioökonomisch benachteiligten Familien in ihrer naturwissenschaftlichen Bildung und in der Wahl naturwissenschaftlicher Berufe und Studien zu unterstützen und zu fördern. Der naturwissenschaftliche Unterricht in den Projektpartnerländern Deutschland, Österreich, Bosnien-Herzegowina und Türkei soll dahingehend weiter entwickelt werden, dass er bestmöglich die Chancengleichheit in der Bildung für alle Schülerinnen und Schüler gewährleistet.<sup>30</sup>*

Dieses Ziel sollte erreicht werden durch: Direkte Förderung der Schülerinnen mit Migrationshintergrund (Club LISE, s. 1.4.2). Durch Sensibilisierung der Lehrkräfte und Schulbehörden auf besondere Probleme in multilingualen und multikulturellen Schulklassen. Durch Entwicklung und Erprobung neuer, auf die besonderen Bedürfnisse der Schüler/innen abgestimmter Unterrichtskonzepte von am Projekt beteiligten Lehrkräften<sup>31</sup> in Zusammenarbeit mit Fachleuten aus dem Bereich der Naturwissenschaften, der Sprachdidaktik und des interkulturellen Lernens. Durch Fortbildung der Lehrkräfte für naturwissenschaftlichen Unterricht in multilingualen und multikulturellen Schulklassen. Sowie durch Zusammenarbeit von Lehrkräften und Fachleuten der Ziel- und Herkunftsländer.<sup>32</sup>

An der Fakultät für Physik der Universität Wien traf sich das PROMISE Lehrkräfte Team über zwei Jahre hinweg monatlich, um Probleme und Barrieren der betroffenen Schüler/innengruppe im naturwissenschaftlichen Unterricht zu identifizieren, zu analysieren und anschließend Unterrichtskonzepte und Strategien zu entwickeln<sup>33</sup>. Der naturwissenschaftliche Unterricht sollte ansprechender und verständlicher für alle Schüler/innen werden. Um bessere Unterrichtskonzepte entwickeln zu können, musste zunächst der Status quo des Unterrichts analysiert werden. Einige Lehrkräfte videografierten dazu ihren Unterricht. Die von den Lehrkräften erhobenen Daten beschränkten sich jedoch nicht nur auf diese Aufzeichnungen vom Unterricht in multikulturellen und multilingualen Klassen. Auch die Perspektive der Schüler/innen und der Lehrkräfte wurde in die Datenerfassung und Analyse miteinbezogen. Die Arbeit des PROMISE Teams der Universität Wien sowie deren Ergebnisse wurden auf einer CD<sup>34</sup> zusammengestellt und dokumentiert.<sup>35</sup>

---

<sup>30</sup> URL: <http://etc-graz.at/cms/index.php?id=623> [30.07.2008]

<sup>31</sup> Insgesamt bestand das PROMISE Lehrkräfte Team der Universität Wien aus 19 HS bzw. AHS NAWI-Lehrer/innen

<sup>32</sup> Vgl. URL: <http://www.promise.at/cms/index.php?id=623> [30.07.2008]

<sup>33</sup> Stadler, Nagel, Neumann: URL: <http://etc-graz.at/cms/index.php?id=957> [11.01.2009]

<sup>34</sup> Tajmel, Tania / Starl Klaus (2009), *Science Education Unlimited - Approaches to Equal Opportunities in Learning Science*, Waxmann Verlag (Buch und CD-ROM)

<sup>35</sup> Vgl. URL: <http://pluslucis.univie.ac.at/PlusLucis/061/s4042.pdf> [30.07.2008]

### 1.4.2 Club LISE

Als Mittel der direkten Förderung im Rahmen des PROMISE Projekts wurde in allen Partnerländern des Projekts PROMISE der Club LISE<sup>36</sup>, benannt nach der bedeutendsten österreichischen Physikerin Lise Meitner, gegründet. Der Club LISE sollte speziell Schülerinnen fördern und dazu beitragen den „gendergap“ in Physik zu überwinden. Dieser sollte Schülerinnen (mit und ohne Migrationshintergrund) im Alter von 16 bis 18 Jahren einen Einblick in die naturwissenschaftlichen aber auch technischen Studienrichtungen ermöglichen, um sie zu einem Studium dieser Studienrichtungen zu ermutigen. Die Mädchen konnten Vorlesungen besuchen, Gespräche mit Wissenschaftler/innen führen und in Labors experimentieren. Im Physikunterricht werden Mädchen oft benachteiligt, da dieser nur selten gender-spezifisch ausgelegt ist (Stadler, 2005a). (s. auch 2.3)

### 1.4.3 MINA (Migrant/innen im naturwissenschaftlichen Unterricht)

Aus dem erfolgreichen Projekt PROMISE entstand das regionale Folgeprojekt MINA<sup>37</sup>, das im Jahr 2007/2008 als Kooperation der regionalen Netzwerke (vertreten durch Mag. Ilse Bartosch) und der Didaktik der Physik der Fakultät für Physik der Universität Wien (vertreten durch Mag. Dr. Helga Stadler und Mag. Clemens Nagel) durchgeführt wurde. Das Lehrkräfteteam bestand überwiegend aus den Lehrkräften, die bereits am Projekt PROMISE mitgearbeitet haben. Das Team traf sich regelmäßig, um gemeinsam an Problemen zu arbeiten, sich gegenseitig auszutauschen und um Inputs von Fachleuten zu erhalten. Das Projektteam leistete, wie auch schon im Projekt PROMISE, umfangreiche Entwicklungsarbeit, wobei folgende Ziele realisiert werden sollten:

1. **Sensibilisierung** der Lehrerinnen und Lehrer sowie der Schulbehörden für die spezifischen Herausforderungen, welche in multikulturellen und multilingualen Schulklassen auftreten.
2. **Entwicklung & Evaluation** neuer Unterrichtskonzepte in einem Team bestehend aus Lehrer/innen, die in multilingualen Klassen unterrichten, sowie aus Fachleuten der Naturwissenschaftsdidaktik, Sprachdidaktik und interkultureller Bildung.

---

<sup>36</sup> Vgl. URL: <http://lise.univie.ac.at/> [12.12.2008]

<sup>37</sup> vgl. URL: <http://www.univie.ac.at/mina/> [12.12.2008]

3. **Fortbildung** von Lehrerinnen und Lehrern für naturwissenschaftlichen Unterricht in multikulturellen/multilingualen Klassen unter Verwendung der im Rahmen des EU-Projektes PROMISE erstellten Materialien und Konzepte.<sup>38</sup>

Den inhaltlichen Unterrichtsschwerpunkt bildete der Themenkreis „Wärme“. Die Lehrkräfte entwickelten bereits vorhandene Unterrichtskonzepte und -materialien weiter, um diese auf den Einsatz in multikulturellen und multilingualen Klassen abzustimmen. Jeweils zwei Mitglieder des Projektteams arbeiteten an einem bestimmten Thema aus dem Themenkreis „Wärme“ zusammen. Die Produkte der Entwicklungsphase wurden im Mai 2008 an verschiedenen Schulen<sup>39</sup> erprobt. Dabei hatten die Lehrkräfte die Möglichkeit den Unterricht gegenseitig zu hospitieren bzw. im Rahmen einer videounterstützten Nachbesprechung zu reflektieren. Die Analyse der Videoaufnahmen wurde somit als wesentliche Methode zur Unterstützung der Professionalisierung von Lehrer/innen eingesetzt (vgl. Stadler, 2005b).

Eine weitere zentrale Zielsetzung des Projekts MINA war die Fortbildung anderer Lehrkräfte und die Dissemination der Ergebnisse und Erfahrungen des Teams. Hierbei ging es auch darum, neue Lehrkräfte auf die Problematik und die schwierige Situation der Schüler/innen mit Migrationshintergrund aufmerksam zu machen und zur Mitarbeit, womöglich auch zu einer Teilnahme an ähnlichen Projekten, zu motivieren. Einen wesentlichen Beitrag dazu leistete eine Lehrer/innenfortbildungsveranstaltung am 26. Februar 2008 im Rahmen der 62. Fortbildungswoche, wo Ergebnisse des PROMISE Projekts vorgestellt wurden sowie der am 29. Mai 2008 veranstaltete „MINA Day“, an dem Expert/innen aus den Bereichen Germanistik und Soziologie, sowie Vertreter/innen verschiedener mit dem Bildungssystem verknüpfter Institutionen teilgenommen haben. Nach einigen wissenschaftlichen Inputs folgte eine lebhaftes Podiumsdiskussion zum Thema Schule und Migration und ein praktischer Workshopteil, in dem das Projektteam seine konkreten Ergebnisse vorstellte.

---

<sup>38</sup> URL: <http://www.univie.ac.at/mina/> [04.08.2008]

<sup>39</sup> An den Schulen der beteiligten Lehrkräfte (s. 3.2.1).

## 2. MIGRANT/INNEN IM PHYSIKUNTERRICHT

Das erste Unterkapitel (s. 2.1) wendet sich der Sprache im Physikunterricht zu. Nachdem zunächst die Bedeutung der Sprache für den Physikunterricht (s. 2.1.1) skizziert wurde, wird die Problematik der unzureichenden Sprachkompetenz aus der Sicht der Sprachlehrforschung vor dem Hintergrund physikspezifischer Sprachanforderungen präzisiert (s. 2.1.2). Anschließend wird ein umfassendes Förderkonzept (Literale Didaktik) der Sprachkompetenz in den Bereichen des Kommunizierens, des Lesens und Schreibens vorgestellt (s. 2.1.3).

Neben mangelnden Sprachkompetenzen haben Schüler/innen mit Migrationshintergrund ähnliche Hürden und Barrieren im Physikunterricht zu überwinden wie Kinder ohne Migrationshintergrund. Daher wird im folgenden Kapitel die Bedeutung der Schüler/innenvorstellungen im Allgemeinen (s. 2.2.1) und im Bezug auf die Wärmelehre im Besonderen (s. 2.2.2) thematisiert. Damit der Physikunterricht sowohl Schülerinnen als auch Schüler „erreicht“, dürfen geschlechterspezifische Unterschiede (s. 2.3) nicht ausgeklammert werden.

### 2.1 Die Sprache im Physikunterricht

Nach William (2007, S. 67) ist Sprache des weiteren ein zentrales Instrument der Wissenschaft, ein Medium, welches es überhaupt erst ermöglicht Behauptungen aufzustellen, diese anzufechten bzw. zu kritisieren, Daten zu erfassen, Interpretationen zu verfassen, Kritik zu üben usw. Sprache ist also nicht bloß Mittel der reinen Wissensvermittlung, sie ist die Basis des Lernens und Verstehens der Physik. (Vgl. William, 2007, S. 67.)

Eine gut ausgeprägte Sprachkompetenz ermöglicht erst das Verstehen und Lernen der Physik, sowie eine aktive Teilnahme am Physikunterricht:

*[...] learning is not a process of internalizing knowledge, that is not promoted by social activity; learning is social activity. [...] (William, 2007, S. 61).*

*Communicative competence entails knowing how to take turns without the teacher's direction, how to hold (and yield) the floor, and how to make sense to (and of) others (William, 2007, S. 64).*

Schüler/innenvorstellungen und -konzepte spielen beim Lernen und Verstehen der Physik eine wesentliche Rolle (s. 2.2). Die Sprache (gemeint ist hier die Umgangssprache) kann diese Fehlvorstellungen der Schüler/innen prägen und beeinflussen:

*Spontaneous concepts arise in a child's everyday experience and begin with egocentric speech, often in the company of others. [...] According to this view, spoken language precedes conceptualization in everyday life (William, 2007, S. 59).  
[...] language may be exploitable in addressing student's scientific misconceptions (William, 2007, S. 61).*

### **2.1.1 Zur sprachlichen Situation von Migrant/innen allgemein**

Zweitsprachenlernende erreichen meist relativ schnell ein gutes Niveau der mündlichen Sprachkompetenz (Umgangssprache). Als Grund dafür kann der intensive Kontakt mit der zielsprachigen Umgebung angesehen werden. Gute alltagssprachliche Kompetenzen verdecken meist die weniger gut ausgeprägten schriftsprachlichen Fähigkeiten und verhindern das Erlernen einer Fachsprache, die für einen schulischen Erfolg insgesamt aber auch für den Aufbau grundlegender fachbezogener Kompetenzen (hier insbesondere: der physikalischen Kompetenzen) unabdinglich sind. Diese beiden Interaktionsfähigkeiten werden in der Literatur (nach Jim Cummins, 1979) als *basic interpersonal communication skills* (=BICS) bzw. *cognitive-academic language proficiency* (=CALP) bezeichnet. Während BICS die interagierenden Personen dazu befähigen Gespräche in einem gegenseitig bekannten Kontext zu führen, befähigt die CALP sie dazu, abstrakte, nicht aus der Situation erschließbare Inhalte zu verstehen und darzustellen. Insbesondere soll nach Cummins die Entfaltung der CALP in der Erstsprache die Lernmöglichkeiten in der Zweitsprache bestimmen. (Vgl. Schmölzer-Eibinger, 2008, S. 48-50.)

Die sprachliche Zusammensetzung einer multilingualen/multikulturellen Schulklasse kann sehr stark variieren. So kann in einer solchen Schulklasse mitunter das gesamte sprachliche Niveauspektrum vertreten sein. Angefangen bei Schüler/innen, die die Sprache nicht einmal auf alltagssprachlichem Niveau (Umgangssprache) beherrschen, über jene die dieses Niveau bereits gut beherrschen, jedoch auf dem bildungssprachlichen Niveau (Schriftsprache) Defizite aufweisen, bis hin zu Schüler/innen, die über sehr gute Sprachkompetenzen verfügen. Diese Voraussetzungen erfordern und ermöglichen eine differenzierte und individualisierte Unterrichtsgestaltung (auch hinsichtlich der Leistungsbeurteilung), die es ermöglicht Schüler/innen bei der Entwicklung ihrer Sprachkompetenzen zu unterstützen. Doch um welche Sprachkompetenzen handelt es sich hier? Nach Paul R. Portmann-Tselakis (vgl. Nodari, 2007, S. 227-230) lassen sich die Sprachkompetenzen einteilen in:

Sprachliche Kompetenz im engeren Sinn, damit ist der routinemäßige Gebrauch einer Sprache, wie dialogisches Sprechen und Verstehen, sowie das Lesen und Schreiben einfacher Texte gemeint (sie muss in jeder neuen Sprache von neu auf erlernt werden). Die Person kennt die Bedeutungen von Wörtern und Wendungen, kennt die grammatikalischen Formen und Strukturen (hierbei geht es nicht um das Wissen über die Grammatik und Rechtschreibung, sondern viel mehr um das Sprachgefühl). Zweitsprachenlernende haben hier einen potenziellen sprachlichen Vorteil, denn sie verfügen (unter der Annahme, dass beide Sprachen gut entwickelt sind und gefördert werden) über zwei Systeme sprachlicher Kompetenzen. Jedoch reicht diese Kompetenz, die Sprache alltagssprachlich zu beherrschen, nicht aus, um in der Schule erfolgreich zu sein. Deshalb ist eine Sprachförderung nur im Sinne einer schulspezifischen Sprachförderung sinnvoll. (Diese Kompetenz fällt mit den BICS zusammen)

Soziolinguistische Kompetenz, damit gemeint ist das Wissen über die in einer Sprache und Kultur herrschenden Regeln und Normen. Hier liegt bei Zweitsprachenlernenden ein zusätzliches Potenzial, nämlich die Möglichkeit eine interkulturelle Kompetenz zu entwickeln. Dazu bedarf es jedoch eines kulturellen Austausches mit einsprachigen Personen (Schüler/innen), die mit diesen Regeln und Normen erzogen worden sind. Eine Konfrontation mit sprachlichen Unterschieden und Gemeinsamkeiten verschiedener Kulturen kann diese Kompetenz fördern.

Sprachlogische Kompetenz, also die Fähigkeit kohärent und nachvollziehbar über komplexe Sachverhalte zu sprechen und diese zu verstehen, komplexe Texte zu lesen, verstehen und zu schreiben. Besonders der schulische Sprachgebrauch erfordert die sprachlogische Kompetenz. Sie ist eine zentrale, das Lernen ermöglichende Basiskompetenz und Voraussetzung für einen schulischen Erfolg. Es wird davon ausgegangen, dass eine gut entwickelte sprachlogische Kompetenz in einer Sprache auf eine zweite übertragen werden kann und somit nicht neu erlernt werden muss. In einem solchen Fall muss jedoch in beiden Sprachen natürlich die sprachliche Kompetenz bereits gegeben sein. Als besonders förderlich zeigt sich hier das Schreiben und Lesen von Texten, aber auch schulische Sprachhandlungen. (Diese Kompetenz fällt mit der CALP zusammen)

Strategische Kompetenz, also die Fähigkeit Probleme der sprachlichen Verständigung und des Sprachlernens anzugehen. Diese Kompetenz ist sprachübergreifend, das heißt eine gut entwickelte strategische Kompetenz in einer Sprache wird auf eine andere übertragen. Auch hier können zweisprachige Personen (also auch Zweitsprachenlernende) ihr sprachliches Potenzial ausnützen. Die große Schwierigkeit liegt darin, zu erkennen, dass die jeweilige Person eine mangelhafte strategische Kompetenz besitzt und es derjenigen Person auch klarzumachen, dass es so ist, denn eine gute sprachliche Kompetenz garantiert keine gut entwickelte strategische Kompetenz. Besonders bei Kindern und Jugendlichen aus bildungsfernen Familien haben sich Mängel in der strategischen Kompetenz gezeigt.

All diese Kompetenzen sollten *auch* im Physikunterricht gefördert werden, um Schüler/innen mit Sprachkenntnissen auszustatten, die ihnen dabei helfen sollen Physik zu lernen und zu verstehen.

### **2.1.2 Zur sprachlichen Situation von Migrant/innen im Physikunterricht**

Eine „sprachlose“ Beschreibung der Physik mittels mathematischer Symbolik und grafischen Darstellungen eignet sich für Fachexperten, jedoch nicht für Schüler/innen. Vielmehr ist das Sprach- und Physiklernen untrennbar miteinander verbunden, wobei die Sprache im Physikunterricht ein wichtiges Konstruktionsmittel<sup>40</sup> darstellt. (Vgl. Leisen, 2005a, S. 4.)

Probleme mit der Sprache im Physikunterricht, dies gilt für Schüler/innen mit und ohne Migrationshintergrund, können der Physikdidaktik einerseits und der Sprachdidaktik andererseits zugeordnet werden. Im Bereich der Physik resultieren sprachliche Probleme daraus, dass der Theorierahmen und das damit verbundene Begriffsnetz zu komplex und abstrakt ist. Eine Herausforderung an die Physikdidaktik würde demnach darin liegen den Theorierahmen und das Begriffsgefüge lehr- und lernbar zu gestalten. (Vgl. Leisen, 2005a, S. 5.)

Aus der sprachdidaktischen Sicht stellt die Unmenge an Fachausdrücken, aber auch die, im Unterschied zur Alltagssprache, häufigere Verwendung bestimmter syntakti-

---

<sup>40</sup> Irrtümlich wird Sprache oft als Transportmittel für Inhalte verstanden. Wie neurophysikalische Erkenntnisse zeigten, werden jedoch bloß sinnlose Signale transportiert, die Bedeutung und die semantischen Strukturen müssen erst vom empfangenden Individuum konstruiert werden (vgl. Leisen, 2005a, S. 4).

scher und morphologischer Strukturen (s. Tabelle 2.1) den Physikunterricht vor eine weitere Herausforderung. (Vgl. Leisen, 2005a, S. 7.)

Hinzu kommt eine weitere Erschwernis, die damit zu tun hat, dass im Physikunterricht nicht nur „eine“ Sprache gesprochen wird. Allein die sprachliche Darstellung kann untergliedert werden in Alltags-, Fach- und Unterrichtssprache (also die im Unterricht verwendete Sprache). Während die erstgenannte meist in den Einleitungs- bzw. Motivationsphasen gebraucht wird, um von Alltagserfahrungen ausgehend zu fachspezifischen Fachfragestellungen zu gelangen, wird die Fachsprache beim Verfassen von Merksätzen und Definitionen in den Vordergrund gestellt, die sich durch eine hohe Dichte an Fachbegriffen und komplexe Satz- und Textkonstruktionen auszeichnet. Die Unterrichtssprache kann als Bindeglied zwischen der Alltags- und der Fachsprache bzw. als Vorstufe zur Fachsprache angesehen werden. So wichtig das Beherrschen der Fachsprache für die Teilhabe an der durch sie geschaffenen Begriffswelt ist, so sollte diese im Unterricht in einem solchen Ausmaß eingesetzt werden, als es dem Physiklernenden zuträglich ist. (Vgl. Leisen, 2005a, S. 7-9.)

<b>Besonderheiten der Fachsprache</b>	
<b><i>Morphologische Besonderheiten</i></b>	<b><i>Syntaktische Besonderheiten</i></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ substantivierte Infinitive (das Erwärmen, das Schleifen,...)</li> <li>▪ Substantive auf -er (Fahrer, Zähler, Rechner, Zeiger)</li> <li>▪ Adjektive auf -bar, -los, -reich, -arm, -frei, -fest (brennbar, nahtlos, sauerstoffarm, rostfrei,...)</li> <li>▪ Adjektive mit Präfix nicht (nicht leitend, nicht löslich,...)</li> <li>▪ mehrgliedrige Komposita (Zylinderkopfmutter, Scheibenwaschanlage)</li> <li>▪ Zusammensetzungen mit Ziffern, Buchstaben, Sonderzeichen (T-Träger, 60-Watt-Lampe, U-Rohr,...)</li> <li>▪ Mehrwortkomplexe: (Flachkopfschraube mit Schlitz,...)</li> <li>▪ Bildungen mit und aus Eigennamen (galvanisieren, röntgen, Bunsenbrenner,...)</li> <li>▪ fachspezifische Abkürzungen (DGL für Differentialgleichung)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Funktionsverbgefüge (in Betrieb nehmen, Anwendung finden...)</li> <li>▪ Nominalisierungsgruppen (die Instandsetzung der Maschine)</li> <li>▪ erweiterte Nominalphrasen, Satzglieder anstelle von Gliedsätzen (beim Abkühlen des Materials,...)</li> <li>▪ komplexe Attribute anstelle von Attributsätzen (das auf der Achse fest sitzende Stirnrad,...)</li> <li>▪ bevorzugte Nebensatztypen: Konditionalsätze, Finalsätze, Relativsätze</li> <li>▪ bevorzugte Verbkonstruktionen: 3. Pers. Singular/Plural, Indikativ Präsens, Passiv-Formen (Vorgangs- und Zustands-passiv), Imperative</li> <li>▪ unpersönliche Ausdrucksweise (man nimmt dazu..., Flüssigkeiten lassen sich nur kaum zusammendrücken)</li> </ul>

Tabelle 2.1: Besonderheiten der Fachsprache<sup>41</sup>

<sup>41</sup> Entnommen und teilweise verändert aus Leisen, 2005a, S. 7.

Nach Leisen (2005b, S. 21) haben Schüler/innen mit Migrationshintergrund besonders in drei Bereichen Schwierigkeiten im Unterricht:

- sprachliche Richtigkeit – falscher Artikel, falscher Plural, Dativfehler,...
- sprachliche Komplexität – Verständnisprobleme (Texte), fehlender Wortschatz,...
- Sprachfluss – abgehaktes Sprechen und Lesen, Aussprachefehler,...

Trotz guter Beherrschung der Alltagssprache müssen die Schüler/innen mit sprachlichen Mängeln (Differenzen zwischen Mündlichkeit und Schriftlichkeit) und den daraus resultierenden Benachteiligungen kämpfen. Leisen (2006) zählt folgende Symptome auf:

- Den Schüler/innen fehlen Wörter, Begriffe und Wendungen der deutschen Allgemeinsprache.
- Sie versteigen sich in sprachliche Sackgassen.
- Sie sprechen undeutlich und unverständlich.
- Sie machen Aussprachefehler.
- Sie neigen zu Einwort-Antworten und sprechen nicht in ganzen Sätzen.
- Sie vermeiden das freie und das zusammenhängende Sprechen.
- Sie sprechen unstrukturiert, eine Fehlerkorrektur ist kaum möglich.
- Die sprachlich schwächeren Schüler/innen verstummen.
- Sie neigen zum Auswendiglernen.

Dies hat wiederum zur Folge, dass (ebd.):

- Der Sprachbestand innerhalb der Klasse divergiert zunehmend.
- Die Lehrkraft ist bezüglich des Sprechanteils dominant.
- Die Schüler/innen sprechen und hören lehrer/innenzentriert.
- Sach- und Sprachprobleme vermischen sich.

### **2.1.3 Hinweise für Lehrkräfte**

Von der Physiklehrer/innenseite aus wären folgende Mängel (Schmölzer-Eibinger, 2008, S. 154-156) zu beheben, die in mehrsprachigen Klassen gehäuft vorkommen und für Zweitsprachenlernende (aber nicht nur für diese) besonders problematisch sind:

Texte sind den Lernenden nicht vertraut. Trotz guter sprachlicher Kompetenz verfügen die Lernenden oft nicht über literale Praktiken und Strategien (vgl. sprachlogische und strategische Kompetenz weiter oben), um Texte für den Wissenserwerb zu nutzen und Bedeutungen, relevante Informationen und Sinnzusammenhänge zu erkennen und diese (auch schriftlich) wiederzugeben. Besonders

Zweitsprachenlernende mit schlechten Sprachkenntnissen haben in diesem Bereich enorme Probleme.

Zu wenig aktive sprachliche Handlungen im Unterricht. Besonders der lehrer/innenzentrierte bzw. lehrer/innengesteuerte Unterricht erweist sich hier als ein großes Hindernis, den Zweitsprachenlernenden die Gelegenheit zu geben an themen- und aufgabenorientierten Interaktionen (klärende Rückfragen, Reflexion eigener oder fremder Äußerungen, Diskussionen,... vgl. sprachlogische, soziolinguistische, sprachliche Kompetenz oben) teilzunehmen.

Wissen wird nicht aktiv und individuell konstruiert. Meistens wird Wissen in Form von Lehrer/innenvorträgen reproduziert, ohne an das vorhandene Wissen (Schüler/innenvorstellungen) und bestehende Interessen der Schüler/innen anzuknüpfen.

Fehlende Koordination von Sprach- und Sachlernen. Die Vermittlung von fachlichem und sprachlichem Wissen findet meist getrennt und zeitlich nicht aufeinander abgestimmt in den entsprechenden Sach- und Sprachfächern statt. Einerseits fehlen dadurch sprachliche Werkzeuge im Sach- und umgekehrt das Sachwissen im Sprachunterricht.

Obwohl an dieser Stelle angemerkt werden muss, dass diese Schwierigkeiten nicht nur Schüler/innen mit Migrationshintergrund betreffen. Im Hinblick auf die Förderung bzw. Weiterentwicklung der Kompetenzen, sowie der Behebung der genannten Schwierigkeiten empfiehlt es sich im Physikunterricht dafür zu sorgen, dass die Schüler/innen zum Sprechen ermutigt und angeregt, dass sie beim strukturierten Sprechen unterstützt, dass ihnen beim Lesen oder Verfassen von Texten Hilfestellungen angeboten werden, dass das freie Sprechen gefördert wird, das Verstehen unterstützt, das Hören trainiert und sprachliche Misserfolge vermieden werden. (Vgl. Leisen, 2005b, S. 21.)

### 2.1.4 Beispiel einer Intervention auf sprachlicher Ebene: Literale Didaktik

Die Literale Didaktik<sup>42</sup>, die primär für Zweitsprachenlernende gedacht ist, verfolgt das Ziel Schüler/innen dazu zu befähigen mit Texten rezeptiv und produktiv umzugehen und diese als Instrument des Lernens zu nutzen. Im Zentrum steht somit die Förderung der Textkompetenz<sup>43</sup> als Schlüsselkompetenz des Lernens. Wobei es hier nicht einfach darum geht Texte dem Sprachniveau der Schüler/innen anzupassen, sie also zu vereinfachen, sondern darum, sie erfassbar und nutzbar zu machen. Ein wichtiger Aspekt dieses Vorgangs ist das Anknüpfen an die bereits vorhandene Textkompetenz, welche in weiterer Folge individuell erweitert werden soll. Über Texte soll auch gesprochen, also kommuniziert werden. Besonderer Wert wird auf aktives, auf die Situation des Unterrichts bezogenes sprachliches Handeln<sup>44</sup>, auf individuelle Wissenskonstruktion<sup>45</sup> und auf koordinierten Wissens- und Spracherwerb<sup>46</sup> gelegt. Um all diesen Herausforderungen gerecht zu werden, wurde das sogenannte 3-Phasen-Modell der Förderung von Textkompetenz entwickelt. (Schmölzer-Eibinger, 2007, S. 214-220.)

Dieses Modell gliedert sich in die Phasen der:

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| 1. Wissensaktivierung:  | Vorhandenes Wissen wird aktiviert. Die Gedanken und Ideen sollen durch assoziatives Sprechen und Schreiben geäußert bzw. festgehalten werden. |
| 2. Arbeit an Texten:    | Diese besteht wiederum aus drei Stufen der Textarbeit:  |
| <i>Textkonstruktion</i> | Textfragmente ergänzen oder davon ausgehend, kohärente, sachadäquate und sprachlich homogene Texte zu produzieren.                            |

---

<sup>42</sup> Selbstverständlich gibt es auch noch andere didaktische Ansätze, wie z.B. die Kommunikative Didaktik, die Interkulturelle Didaktik, den Aufgabenorientierten Unterricht, den „literacy-based approach“ (ähnlich dem CLIL),... mit all ihren Vor- und Nachzügen, die hier nicht vorgestellt werden. Nähere Informationen können in Schmölzer-Eibinger, 2008, S. 156ff nachgelesen werden.

<sup>43</sup> Unter diesem Begriff wird die Fähigkeit verstanden, Texte zu lesen und zu schreiben als auch mit Texten zu kommunizieren und zu lernen. (Definition nach Portmann-Tselikas und Kern zitiert nach Schmölzer-Eibinger, 2007, S. 207.)

<sup>44</sup> Aktives Sprachhandeln: Den Schüler/innen werden Probleme vorgestellt, die diese selbstständig mit Hilfe vorhandener Sprach- und Sachkenntnisse lösen müssen. Die den Lernenden dabei bewusst werdende Kluft zwischen dem was sie sagen wollen und dem was sie sagen können, soll sie zum Spracherwerb motivieren. (Schmölzer-Eibinger, 2007, S. 215.)

<sup>45</sup> Hierbei soll bereits vorhandenes mit neuem Wissen verknüpft werden, welches wiederum individuell aufgebaut und nicht bloß rekonstruiert werden soll.

<sup>46</sup> Dabei wird davon ausgegangen, dass eine fremde Sprache schneller und effektiver erlernt wird, wenn das Sprach- und Sachwissen verknüpft wird. Solche Modelle werden oft als Content and Language Integrated Learning – CLIL bezeichnet (Schmölzer-Eibinger, 2007, S. 217).

*Textrekonstruktion*      Texte sollen möglichst genau wiedergegeben werden. Dabei soll nicht nur auf das Gedächtnis, sondern auch auf Sach- und Sprachkenntnisse zurückgegriffen werden.

*Textfokussierung &  
Textexpansion*

Relevante Informationen sollen erkannt, gewichtet, miteinander in Verbindung gebracht und wiederum erweitert werden.

3. Texttransformation:      Texte werden aus ihrem ursprünglichen Kontext entfernt und in neue Kontexte eingebracht. Dabei sollen komplexe Sinnstrukturen erkannt, rekonstruiert und neu aufgebaut werden.

Das eben skizzierte 3-Phasen-Modell zur Förderung der Textkompetenz vereint sozusagen die Förderung der zuvor behandelten Bereiche der Kommunikation, des Lesens und Schreibens. So vielfältig, wie die weiter oben genannten Methoden-Werkzeuge waren, so vielfältig lässt sich auch das 3-Phasen-Modell einsetzen. Dabei sind sowohl Einzelarbeitphasen als auch andere, besonders sprachfördernde Sozialformen berücksichtigt. (Vgl. Schmölder-Eibinger, 2007, S. 214-220.)

## **2.2 Schüler/innenvorstellungen im Physikunterricht**

### **2.2.1 Allgemein zu den Schüler/innenvorstellungen**

Viele Kinder und Jugendliche haben bereits Vorstellungen und Erklärungsansätze<sup>47</sup> von physikalischen Phänomenen, die sie in den Physikunterricht mitbringen. Diese Vorstellungen sind großteils ohne vorherige fachliche Unterweisung aus Alltagserfahrungen entstanden und von der Alltagssprache geprägt. Schüler/innenvorstellungen von Schüler/innen mit Migrationshintergrund könnten sich dadurch von jenen der „einheimischen“ Kinder unterscheiden.

Nach Driver sind die Schüler/innenvorstellungen individuell (Driver/Guesne/Tiberghien, 2002, S. 2). Trotz dieser Individualität kommt es vor, dass mehrere Personen dieselben Vorstellungen zu einem Phänomen entwickeln können. Schüler/innenvorstellungen können widersprüchlich sein (vgl. Driver/Guesne/Tiberghien, 2002, S. 3), d.h. Schüler/innen können mehrere verschiedene Verständniskonzepte für verschiedene Erscheinungsformen *eines* physikalischen Phänomens haben. Dabei können die aus den verschiedenen Konzepten her-

---

<sup>47</sup> In der Literatur werden die SV auch als Alltagsvorstellungen, Präkonzepte oder als conceptual framework bezeichnet.

rührenden Argumentationen zu widersprüchlichen Aussagen oder Vorhersagen führen, obwohl es sich aus wissenschaftlicher Sicht um einen und denselben Effekt handelt. Schüler/innenvorstellungen sind resistent und dauerhaft (vgl. Driver/Guesne/Tiberghien, 2002, S. 3-4). Sogar nach vorgebrachten Gegenbeispielen (Experimente) können die Schüler/innenvorstellungen unverändert bleiben. Gegenbeispiele können gar ignoriert oder im Rahmen der bisherigen Schüler/innenvorstellungen neu interpretiert werden.

Genau untersucht wurden unter anderen die Vorstellungen zu den Begriffen Temperatur, Wärme und Energie, da vor allem die zwei erstgenannten in der Alltagssprache oft synonym verwendet werden.<sup>48</sup> Nach Driver ist es sinnvoll diese vom Alltag geprägten Vorstellungen im Physikunterricht aufzuarbeiten. Schüler/innen sollen in diesem Sinne provoziert und herausgefordert werden ihre bisherigen Vorstellungen in Frage zu stellen. Gleichzeitig ist es notwendig den Schüler/innen Alternativvorstellungen anzubieten, die von ihnen als notwendig, vernünftig und plausibel anerkannt werden sollen.

### **2.2.2 Einige Schüler/innenvorstellungen in der Wärmelehre**

Schüler/innen haben eher keine konkreten Vorstellungen von Wärme. Vereinzelt kann man Vorstellungen der Wärme als Substanz oder Teilchen begegnen. Der Wärme werden auch Eigenschaften, wie Stärke und Schwäche zugeschrieben, die für Erklärungen bestimmter Phänomene (z.B. unterschiedlich schnelle Erwärmung oder Wärmeleitfähigkeit verschiedener Stoffe) herangezogen werden. Andererseits werden Stoffen Wärmeeigenschaften (z.B. besondere Wärmeanziehungskräfte metallischer Gegenstände) zugeschrieben.

Diese Schüler/innenvorstellungen führen besonders im Themenbereich Wärmeleitung zu Widersprüchen, zum Beispiel dort wo es nun tatsächlich von Eigenschaften der betrachteten Stoffe abhängt, ob ein Stoff ein Leiter oder Isolator ist.

---

<sup>48</sup> *Temperatur* ist ein Parameter, der den Zustand eines Systems beschreibt (Zustandsgröße, intensiv), eine makroskopische Eigenschaft, die mit der ungeordneten Bewegung der Teilchen (kinetische Energie) verknüpft ist. Mit *Wärme* wird die Energieform (auch Wärmeenergie) bezeichnet, die zwischen Systemen aufgrund von Temperaturunterschieden ausgetauscht wird. Es handelt sich hierbei um eine Prozessgröße. Die *Energie* (extensive Größe) der Teilchen eines Systems wird auch als *Innere Energie* bezeichnet (vgl. Duit, 1995, S. 12).

*Metalle greifen sich kühl an<sup>49</sup>. Hält deshalb ein in Alufolie eingewickelter Eiswürfel länger als ein in Wolle eingewickelter?<sup>50</sup>*

Der Begriff Temperatur wird im Alltag meist dazu verwendet, um qualitative Aussagen über die relative Wärme (wärmer/kälter als) von Objekten zu machen. Dabei wird die Temperatur eines Gegenstandes als etwas Materialabhängiges gesehen, ohne die Wechselwirkung mit der Umgebung zu erkennen (thermische Isolation statt Interaktion), als *Mengenangabe* für Wärme bzw. Kälte aufgefasst und an die Ausmaße des betrachteten Gegenstands gekoppelt.

*Hat ein doppelt großer Eiswürfel doppelt so viel Kälte in sich?<sup>51</sup>*

Als problematisch erweist sich auch die Stabilität der Temperatur bei Phasenübergängen. Diese Tatsache wird meist akzeptiert aber nicht dem Phänomen des Phasenübergangs sondern den Eigenschaften des Stoffes zugeschrieben. Möglicher Grund: Erwärmen (damit verbunden auch der Anstieg der Temperatur) wird mit visuellen Veränderungen an der Substanz (bei Wasser: Luftbläschen, Sprudeln, Dampfen) identifiziert.

Schüler/innen sind von der Tatsache überrascht, dass ein Thermometer an allen Gegenständen im Raum die gleiche Temperatur anzeigen wird (thermisches Gleichgewicht), egal ob es sich dabei um eine Plastiktasse handelt oder um einen Kochtopf, der sich offensichtlich kühler anfühlt.

Auch nach erfolgtem Unterricht ist es oft der Fall, dass die Schüler/innen zwar versuchen die Fachbegriffe in ihre Argumentationen einzubauen ohne jedoch die Vorstellung an sich modifiziert zu haben:

*Eisen hält das kalte Wasser länger kalt, da Eisen ein Isolator ist<sup>52</sup>*

(Vgl. Erickson/Tiberghien, 2002, S. 51-84; Duit, 1995, S. 12-13; Duit, 2002, S. 16-19; Driver/Guesne & Tiberghien, 2002, S.1-9.)

Im Rahmen der Analyse wird sich zeigen, dass Schüler/innen einige weitere Fehlvorstellungen in den Physikunterricht zum Thema Wärmelehre mitbringen, die das Verständnis zentraler thermodynamischer Modelle und Ideen dramatisch behindern können.

---

<sup>49</sup> Dies hat damit zu tun, dass unser Wärmewahrnehmungssinn nicht die Temperatur der Gegenstände wahrnimmt, sondern uns ein Gefühl dafür gibt, wie schnell/gut sie die Wärme leiten (vgl. Duit, 1995, S. 13).

<sup>50</sup> Vgl. Duit, 1995, S. 13 oder Erickson/Tiberghien, 2002, S. 52.

<sup>51</sup> Vgl. Duit, 2002, S. 18.

<sup>52</sup> Übersetzt nach: Erickson/Tiberghien, 2002, S. 77.

### **2.3 Ein Schülerinnen und Schüler gerechter Physikunterricht**

Sowohl im Rahmen der Analyse zur TIMSS III Studie<sup>53</sup> als auch zu PISA 2006 wurden unter anderem Leistungsunterschiede im Bereich Physik zwischen Mädchen und Burschen untersucht und nach möglichen Interpretationen dieser geschlechterspezifischen Distanzen gesucht. Ergebnisse der Studien haben gezeigt, dass Mädchen schwächere Leistungen in Physik erbracht hatten als Burschen. Bei der TIMSS III Studie waren die Differenzen zwischen weiblichen und männlichen Lernenden besonders in den Stoffbereichen *Wärmelehre* und *Mechanik* deutlich. Als wichtige Ursache für das schwächere Abschneiden der Mädchen wird vor allem das Ausmaß und die inhaltliche Ausrichtung des Unterrichts genannt (vgl. Stadler, 2005c). Als weitere einflussreiche Faktoren wurden geschlechterspezifische Problemlösestile und geschlechterspezifische Bedeutung von Kontexten genannt (vgl. Jungwirth/Stadler, 2000, S. 15-17).

Auch auf der sprachlichen Ebene lassen sich geschlechterspezifische Unterschiede feststellen. Nach Stadler (2005c) gebrauchen Burschen sehr rasch das gelernte Fachvokabular, während Mädchen häufig Metaphern verwenden. Das lässt Burschen im Physikunterricht oft kompetenter erscheinen (vgl. Stadler/Benke/Duit, 2002).

### **2.4 Zusammenfassung des theoretischen Teils**

Die strukturellen Veränderungen der Gesellschaft bedingt durch die internationale Migration während der letzten Jahrzehnte und die sich daraus ergebenden Konsequenzen stellen auch das Bildungssystem vor eine große Herausforderung. Dabei geht es in erster Linie um eine erfolgreiche Integration von Schüler/innen mit Migrationshintergrund. Denn die Schule, die als Institution Lebenschancen gerecht verteilen soll, darf diese Bevölkerungsgruppe nicht benachteiligen. Selbstverständlich kann die Schule nicht alle Ungleichheiten (z.B. die sozioökonomischen Faktoren) kompensieren, doch zumindest auf der didaktischen Ebene kann sie den besonderen Bedürfnissen von Schüler/innen mit Migrationshintergrund nachkommen.

Oft sind es die relativ guten allgemeinsprachlichen Kompetenzen dieser Schüler/innen, die über sprachbedingte Schwierigkeiten hinwegtäuschen. Natürlich darf die Problematik nicht auf die gesamte Gruppe der Schüler/innen mit Migrationshintergrund generalisiert werden! Die Sprachkenntnisse der Zielgruppe sind alles ande-

---

<sup>53</sup> TIMSS steht für Third International Mathematics and Science Study (1998/99); s. dazu auch: Stadler, Helga (1999). TIMSS 3 in Österreich- geschlechtsspezifische Aspekte. In: Tagungsband der 62. Physikertagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Didaktik der Physik. Ludwigsburg.

re als homogen. Diese Tatsache macht es erforderlich den Unterricht individualisiert und differenziert zu organisieren und stattfinden zu lassen, wobei hier mit Unterricht nicht bloß der Deutschunterricht gemeint ist. Auch in anderen Fächern und besonders in den naturwissenschaftlichen, die die Sprache meist nur marginal behandeln, ist eine Sensibilisierung des Unterrichts auf die besonderen Bedürfnisse der Schüler/innen mit Migrationshintergrund unverzichtbar.

Neben der sprachlichen Ebene stellen die Schüler/innenvorstellungen und die damit verbundenen Verständnisschwierigkeiten einen zentralen Aspekt des Physikunterrichts dar. Dazu wurden einige Schüler/innenvorstellungen zum Themengebiet der Wärmelehre vorgestellt. Kombiniert mit der sprachlichen Ebene könnten Schüler/innen mit Migrationhintergrund besondere Fehlvorstellungen in den Physikunterricht mitbringen, da diese unter anderem auch von der Umgangssprache (in diesem Fall von zwei Sprachen, der Muttersprache und von Deutsch) geprägt sein könnten. Um schlussendlich sowohl Schülerinnen als auch Schüler anzusprechen ist es notwendig geschlechterspezifische Interessen und (sprachliche) Verhaltensweisen in die Gestaltung des Physikunterrichts miteinfließen zu lassen.

Welche Gemeinsamkeiten bzw. Unterschiede es zwischen Schüler/innen mit Migrationshintergrund und einheimischen Lernenden bezüglich dieser Aspekte (Sprachverhalten und -probleme, inhaltlich- und sprachlichbedingte Verständnisprobleme zum Themenschwerpunkt Wärmelehre) gibt, soll in der im Rahmen der vorliegenden Arbeit durchgeführten Untersuchung untersucht werden.

### 3. FRAGESTELLUNG UND METHODE

Das MINA Lehrkräfteteam arbeitete an Unterrichtskonzepten und -materialien (Näheres zum MINA Projekt s. 1.4.3), die die besonderen Bedürfnisse vieler Schüler/innen mit Migrationshintergrund berücksichtigen sollten. Diese Unterrichtskonzepte und -materialien wurden anschließend an unterschiedlichen Schultypen erprobt (s. 3.2.1). Diese Physikstunden wurden hospitiert und im Rahmen der vorliegenden Arbeit auf sprachlicher und inhaltlicher Ebene analysiert. Doch bevor die Ergebnisse der Untersuchung (Kapitel 4) vorgestellt werden, wird auf den nachfolgenden Seiten des dritten Kapitels zunächst auf die Forschungsfragen (s. 3.1) und auf die Methode der Untersuchung (s. 3.2) näher eingegangen.

#### 3.1 Forschungsfragen

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich vor dem Hintergrund der im zweiten Kapitel skizzierten Problemfelder mit folgenden Fragen:

##### Analyse der Unterrichtskonzepte und Unterrichtsmaterialien:

- Ist es den MINA Lehrkräften gelungen den Physikunterricht sprachfördernd zu gestalten?
- Wie effektiv waren die Unterrichtskonzepte und -materialien in Hinblick auf den Wissens- und Verständniszuwachs bei Schüler/innen mit und ohne Migrationshintergrund?

##### Analyse der Verständnisprobleme und der sprachlichen Interaktionen:

- Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Bereich der Verständnisprobleme und Fehlvorstellungen gibt es zwischen Schüler/innen mit Migrationshintergrund und „einheimischen“ Schüler/innen?
- Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Bereich des Sprachverhaltens gibt es zwischen Schüler/innen mit Migrationshintergrund und „einheimischen“ Schüler/innen?

Durch die Analyse der Erprobungsphase (der von dem MINA-Lehrkräfteteam entwickelten Unterrichtskonzepte und Unterrichtsmaterialien zu unterschiedlichen Gebieten der Wärmelehre auf sprachlicher und inhaltlicher Ebene) sollen diese Fragen beantwortet werden.

Selbstverständlich darf dabei nicht der Anschein geweckt werden, die Analyse der sprachlichen Ebene im Rahmen der vorliegenden Arbeit genüge einer profunden sprachwissenschaftlichen Untersuchung. Die Arbeit kann und möchte einem solchen eventuellen Anspruch auch nicht gerecht werden. Vielmehr wurde die Analyse der sprachlichen Ebene in einem solchen Ausmaß durchgeführt, wie für das eigentliche Untersuchungsziel (s. Fragestellungen der Untersuchung) von Relevanz war.

### **3.2 Methode und Vorgangsweise**

Die zentrale Methode der qualitativen Studie war die Videoanalyse (s. 3.2.1). An sechs verschiedenen Schulen (drei Schulstufen) wurde der von den am Projekt MINA teilnehmenden Lehrkräften durchgeführte Physikunterricht zu ausgewählten Gebieten des Themenkreises „Wärme“ aufgenommen. Alle aufgenommenen Unterrichtsstunden wurden transkribiert. Die Analyse der Transkripte und der Videos bildet die Basis der vorliegenden Arbeit. Zusätzlich wurden Gespräche mit den beteiligten Lehrkräften im Rahmen von Videobesprechungen, sowie mit Schüler/innen der besuchten Klassen geführt (s. 3.2.2). Die Triangulation der Daten (Betrachtung aus verschiedenen Perspektiven, aus der Perspektive der beteiligten Schüler/innen und Lehrer/innen sowie aus der Perspektive von Wissenschaftler/innen) sollte eine möglichst weite Perspektive schaffen (vgl. Stadler, 2005b, S. 180). Um einen Hinweis auf die Effizienz der von den MINA-Lehrkräften entwickelten Unterrichtskonzepte und Unterrichtsmaterialien (Verständniszuwachs) zu erhalten, wurden den Schüler/innen jeweils vor und nach den Physikstunden Wissensfragen in Form eines schriftlichen Wissenstests gestellt (s. 3.2.3). Im Folgenden wird das Konzept der Videoanalyse kurz beschrieben und deren Einsatz im Rahmen dieser Untersuchung dargestellt.

#### **3.2.1 Videoaufnahmen als Forschungsmethode**

Das Potenzial von Videoanalysen wurde bereits vor längerer Zeit erkannt und wird im Didaktikbereich meist zur Analyse von Lehr- und Lernprozessen eingesetzt. Verbunden mit dem technischen Fortschritt im Bereich der Videografie und der Entwicklung immer besserer Analysesoftware, wird die Videoanalyse bereits seit etwa zehn Jahren von zahlreichen Forschungsprojekten als Methode herangezogen. Gewonnenes Videomaterial, das eine Menge an Informationen und Eindrücken liefert, kann auf CDs oder DVDs kostengünstig und dauerhaft archiviert sowie vervielfältigt werden. (Vgl. Seidel/Meyer/Dalehefte, 2005, S. 134; Stadler, 2005b, S. 172-176.)

Die durch Videoaufnahmen hergestellte räumliche und zeitliche Distanz zum unmittelbaren Geschehen ermöglicht, dass es von verschiedenen Personen aus unterschiedlichen Perspektiven immer wieder und ohne Handlungsdruck neu analysiert und rekonstruiert werden kann (vgl. Stadler, 2005b, S. 175).

Die zentrale Grundlage der Videoanalyse ist der zielgerichtete, methodisch kontrollierte und reflektierte Vorgang des Beobachtens. Dabei wird Beobachten als etwas Aktives angesehen: Die Aufmerksamkeit wird auf die Videoaufzeichnung gelenkt, wobei während der Analyse der oder die Beobachter/in gefordert wird wesentliche, für ihn interessante Informationen aus der auf ihn/sie einwirkenden Informationsflut herauszufiltern. Deshalb ist es erforderlich festzulegen, was ins Zentrum der Aufmerksamkeit gestellt wird und wie das Beobachtete zu interpretieren ist. Im Rahmen einer systematischen Unterrichtsanalyse empfiehlt es sich daher wie folgt vorzugehen. (Vgl. Seidel/Meyer/Dalehefte, 2005, S. 134-135.)

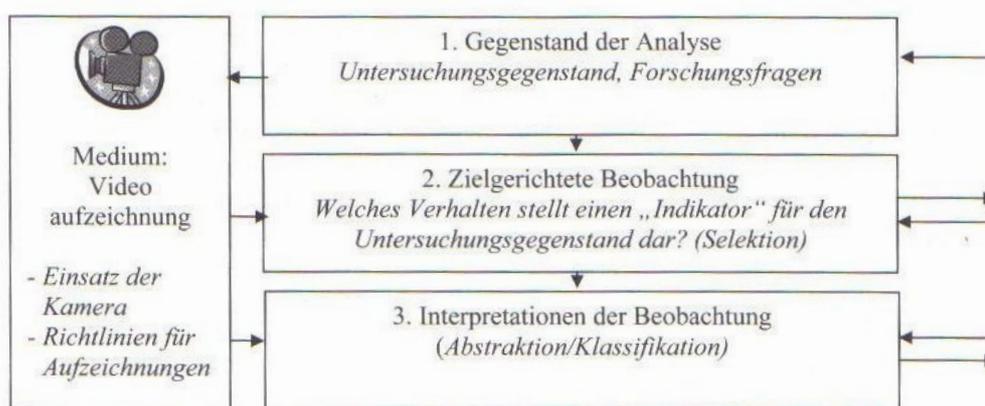


Abb. 2.1: Aufgaben einer systematischen Beobachtung<sup>54</sup>

Im ersten Schritt wird der „Gegenstand der Unterrichtsanalyse“ festgelegt und (in Hinblick auf diesen) ein „Fragenkatalog“ entwickelt. Dieser erste Schritt ist eine der wichtigsten Grundlagen für die Durchführung von Videoanalysen, der sich auf die Art der Durchführung der Videoaufnahmen auswirkt.

Im zweiten Schritt, der zielgerichteten Beobachtung, werden bestimmte Handlungsgegenstände (Unterrichtsereignisse, Aktivitäten oder Verhaltensweisen) selektiert, wobei nach, auf die gestellten Untersuchungsfragen abgestimmten, Indikatoren gesucht wird.

<sup>54</sup> Entnommen aus: Seidel/Meyer/Dalehefte, 2005, S. 136.

Im abschließenden Schritt erfolgt im Zuge der „Interpretation der Beobachtung“ die „Abstraktion“ und schlussendlich die „Klassifikation“ des Beobachteten. Beim Abstrahieren wird ein Unterrichtsereignis auf seine übergeordnete Bedeutung zurückgeführt. Hierbei werden Kriterien aufgestellt, die sich auf mehrere Unterrichtsereignisse anwenden lassen. Die „Selektion“ und „Abstraktion“ ermöglicht es Unterrichtsereignisse auf wesentliche Merkmale zu reduzieren. Die so gewonnenen Merkmale können wiederum in Klassen zusammengefasst werden. Die „Klassifikation“ führt nun Beobachtungseinheiten zusammen, denen entweder ein gemeinsames Unterrichtsereignis oder gleiche Merkmale zugeordnet werden. Insgesamt ist anzumerken, dass es sich bei der systematischen Analyse nicht um ein streng lineares Verfahren handelt. Vielmehr ist es ein zyklisches Verfahren (in der Abbildung 2.1 durch Pfeile gekennzeichnet), das laufende Modifikationen aller drei Schritte zulässt. (Vgl. Seidel/Meyer/Dalehefte, 2005, S. 134-136.)

Im wissenschaftlichen Bereich wird häufig die „standardisierte Beobachtung“ als Instrument der Unterrichtsanalyse verwendet. Diese Form der Analyse liefert den höchsten Grad einer genauen und objektiven<sup>55</sup> Beobachtung. Da Videoanalysen die Gefahr in sich bergen von den individuellen Eindrücken und Erfahrungen der beobachtenden Person beeinflusst zu werden, ist es notwendig, detailliert zu erkennen und festzulegen was beobachtet bzw. wie beobachtete Ergebnisse bewertet werden sollen. Die strenge Arbeitsweise soll gewährleisten, dass auch Personen, die nicht an der Analyse teilgenommen haben, die Beobachtungen und Deutungen nachvollziehen können. Obwohl in dieser Arbeit versucht wird diese Richtlinien möglichst einzuhalten, können die Ansprüche<sup>56</sup> einer standardisierten Analyse wegen des hohen Zeitaufwands nicht gänzlich realisiert werden. Standardisierte Untersuchungen der erwähnten Art gibt es ausschließlich bei großen Forschungsprojekten<sup>57</sup>. In der vorliegenden Arbeit wird der standardisierten Analyse eine qualitative vorgezogen. Doch bleibt die Videoanalyse ohnehin eine Aufgabe mit besonderen Herausforderungen

---

<sup>55</sup> Natürlich kann hier von Objektivität nur im Sinne von einer Konsensbildung zwischen zwei oder mehreren Personen die Rede sein. Es kann mitunter enorm schwierig sein, dass zwei verschiedene Beobachter/innen eine Unterrichtsstunde oder Ausschnitte davon exakt gleich beurteilen. Präzise formulierte Beobachtungsverfahren können hierbei wesentlich hilfreich sein (vgl. Seidel/Meyer/Dalehefte, 2005, S. 150).

<sup>56</sup> Abgesehen davon, dass eine standardisierte Analyse einen sehr zeitintensiven Prozess darstellt, (Beobachtungsrichtlinien müssen entwickelt, erprobt und angewandt werden) müssten sich mindestens zwei geschulte Beobachter/innen an der Kategorisierung und Bewertung der Unterrichtssequenzen beteiligen, um eine möglichst objektive Arbeitsweise zu garantieren (vgl. Seidel/Meyer/Dalehefte, 2005, S. 148-149).

<sup>57</sup> Zum Beispiel: Videostudien des Pädagogischen Instituts der Universität Zürich unter der Leitung von Prof. Dr. Kurt Reusser, URL: <http://www.didac.uzh.ch/forschung/videostudien> [14.01.2009]

und Gefahren. Insbesondere ist es wichtig Beobachungskriterien möglichst „wertefrei“ zu formulieren, um beobachtete Vorgänge möglichst sachlich zu analysieren und eine Identifikation mit Akteuren zu vermeiden. (Vgl. Seidel/Meyer/Dalehefte, 2005, S. 147-150.)

### ***Rechtlicher Hintergrund***

Aus Datenschutzgründen ist es nötig die Zustimmung aller beteiligten Personen (der Schüler/innen, deren Eltern, der Lehrkräfte, der Schulleitung) einzuholen. Deshalb wurde ein Elternbrief verfasst (s. Anhang A2, S. II), indem der Zweck der Videoaufnahmen erklärt und versichert wurde, dass diese Videoaufnahmen nicht an Dritte (also an Personen, die nicht am Projekt MINA beteiligt waren) weitergegeben und im Rahmen dieser Arbeit völlig anonymisiert verwendet würden. Des Weiteren wurden die Direktoren der jeweiligen Schulen um ihr Einverständnis ersucht. Alle MINA-Lehrkräfte erklärten sich bereit ihren Unterricht hospitieren, videografieren und im Rahmen dieser Arbeit analysieren zu lassen. Alle betroffenen Schüler/innen und Schulleitungen zeigten sich ebenfalls kooperativ und unterstützten das Vorhaben.

### ***Datenbasis***

Geforscht wurde in Klassen unterschiedlichster sprachlicher und kultureller Zusammensetzung (s. Tabelle unten). Die Unterrichtsbeobachtungen wurden in multilingualen und multikulturellen Klassen durchgeführt in denen die Anteile von Schüler/innen mit Migrationshintergrund zwischen 13 und 100 Prozent lagen (wobei bei der Angabe des Anteils nicht zwischen erster und zweiter Generation unterschieden wird). Die Datenbasis der qualitativen Studie umfasst Transkripte der Videoaufnahmen der Unterrichtsstunden und der Interviews mit Lehrkräften und Schüler/innen sowie die jeweils vor und nach der beobachteten Unterrichtsstunde durchgeführten, schriftlichen Überprüfungen des Wissensstands der Schüler/innen.

Die Lehrer/innengruppe A, B und C bestanden aus je zwei Lehrkräften, die an ihrer jeweiligen Schule Physikstunden zum Themengebiet Wärme hospitieren und aufzeichnen ließen. Dabei wurden die im Rahmen des Projekts MINA (s. 1.4.3) gemeinsam entwickelten Unterrichtsmaterialien und -konzepte in der Praxis erprobt.

Gruppe	Schulart	Schulstufe	Schüler/innenanzahl	(m/w)	Anteil mit MH (%)	Aufgezeichnete Einheiten	Datum der Videoaufnahmen
A	BRG	10	10	(3/7)	20	1	06.05.2008
	IGW	10	29	(18/10)	100	2	26. u. 27.05.2008
B	HS*	7	21	(9/12)	95	1	16.05.2008
	BHS	9	24	(0/24)	13	2	17.05.2008
C	HS	7	20	(10/10)	35	3	08.05.2008
	IGW	7	17	(7/10)	100	1	28.05.2008

Die Abkürzung IGW für Islamisches Gymnasium Wien. \*) Hierbei handelte es sich um eine Wiener Hauptschule, bei der zweiten um eine niederösterreichische Hauptschule.

### ***Durchführung der Videoaufnahmen***

Vor dem Beginn der Aufnahmen wurde mit den Lehrkräften nochmals der Ablauf der Unterrichtseinheiten besprochen und die zu erwartende Sitzordnung geschätzt. Die Aufnahmen wurden mit einer beweglichen Kamera gemacht, was gegenüber einer stationär verwendeten den Vorteil hat, dass das Geschehen im Klassenzimmer detaillierter erfasst werden kann. Diese Art der Handhabung der Kamera erhöht jedoch die Gefahr der Ablenkung der Schüler/innen und somit einer Störung des authentischen Unterrichtsablaufs, da die filmende Person durch ihre Einstellungstätigkeiten an der Kamera, die Gegenwart dieser in die Erinnerung der Schüler/innen rufen kann. Interessanterweise zeigte sich, dass sich die Schüler/innen nach einer gewissen Zeit an die Anwesenheit der „beobachtenden“ Kamera gewöhnten<sup>58</sup>. Überwiegend wurde die Kameraposition derart gewählt, dass sich Schüler/innengruppen im Fokus befanden. Diese Perspektive eignet sich besonders bei Gruppenarbeiten bzw. Schülerexperimentierphasen, da Interaktionen innerhalb der Gruppe gut erfasst werden können (vgl. Seidel/Meyer/Dalehefte, 2005, S. 137-138).

Da es vor allem die sprachlichen Interaktionen waren, die in den hospitierten Unterrichtsstunden im Vordergrund der anschließenden Untersuchung stehen sollten, war es notwendig für eine besonders gute Tonqualität zu sorgen. Für diesen Zweck eignete sich das Kameramikrofon nicht, da es der in den Klassen herrschende Grundlärmpegel unmöglich gemacht hätte gruppeninterne Gespräche nachzuvollziehen. Es

<sup>58</sup> Im Rahmen des Projekts IMST<sup>2</sup> (Innovations in Mathematics and Science Teaching), das in den Jahren 2000-2004 stattfand, wurden auch Videoaufnahmen im Unterricht durchgeführt. Es zeigte sich, dass sich bei den Schüler/innen mit der Zeit ein gewisser Gewöhnungseffekt einstellt, aber auch dass der Widerstand (besonders dann, wenn die Kamera im Tafelbereich positioniert und auf die Schüler/innen gerichtet wurde) als Folge der dauerhaften Beobachtung zunehmend wuchs. Trotz dieser Einflussfaktoren kann davon ausgegangen werden, dass zentrale Aspekte des Unterrichts erfasst werden können, denn gerade in außergewöhnlichen Stresssituationen wird oft auf eingefahrene Routinen zurückgegriffen (vgl. Stadler, 2005b, S. 175).

war unverzichtbar ein externes Mikrofon einzusetzen, das man in die Nähe der beobachteten Schüler/innen bringen konnte. Gleichzeitig sollte dieses Mikrofon die Schüler/innen möglichst wenig beim Arbeiten stören bzw. ihre Aufmerksamkeit ablenken. Während der Aufnahmen musste die Tonqualität laufend kontrolliert werden, um notfalls das Mikrofon besser positionieren zu können.

Da auch Vergleiche zwischen den Unterrichtseinheiten der MINA-Lehrkräfte beabsichtigt waren, war es erforderlich die Videoaufnahmen möglichst standardisiert stattfinden zu lassen. Das heißt, dass bei allen Videoaufnahmen einheitliche Regeln befolgt werden mussten. Denn bereits kleine Entscheidungen bei der Wahl der Perspektive oder des Abstands zu Personen und Objekten können einen Einfluss auf den Eindruck der Unterrichtsstunde haben (vgl. Seidel/Meyer/Dalehefte, 2005, S. 137). So wurde die Kamera bei allen Gruppenaufnahmen in einem Abstand von zwei bis drei Metern Entfernung zu den Schüler/innen positioniert. Mit einem Verlängerungskabel konnte die Einsatzreichweite des Tischmikrofons erweitert werden, sodass bei relevanten Situationen, an denen der Großteil bzw. die gesamte Klasse beteiligt war, keine Einbußen in der Tonqualität in Kauf genommen werden mussten. In solchen Fällen wurde das Mikrofon zentral im Geschehen platziert, um möglichst viel von den stattfindenden sprachlichen Interaktionen zu erfassen. Direkter Augenkontakt mit den gerade gefilmten Schüler/innen wurde bewusst vermieden, genauso wie jegliches Eingreifen in den Unterrichtsablauf noch in sonstige Aktivitäten. Nur im Fall einer notwendigen Korrektur der Positionierung des externen Mikrofons war eine kurze Störung der Unterrichtsabläufe unumgänglich.

Der Unterricht wurde auf Mini DV Kassetten aufgenommen und in Folge digitalisiert, um eine qualitativ wertvolle Videoanalyse zu ermöglichen. Die Aufnahmen wurden auf einen Recorder überspielt und auf DVDs gebrannt. Dadurch konnte das Videomaterial anschließend am Computer mit dem Programm Nero 6 bearbeitet (Schnitt) und vervielfältigt werden. Jede Lehrkraft des MINA-Teams erhielt ein Duplikat. Relevante Szenen (s. unten) wurden transkribiert, wobei Transkriptionsregeln verwendet wurden, wie sie im Anhang (A3, S. III) beschrieben sind. (Ergebnisse s. 4.1)

### ***Analyse der Videoaufnahmen und Transkripte***

Wie im vorhergehenden Abschnitt bemerkt, ist es unerlässlich Untersuchungsfragen in Form eines Leitfadens zusammenzustellen, um die Informationsfülle der Videoaufnahmen zielgerecht zu „filtern“. Dabei ist es sinnvoll sich bei der Suche nach ver-

wertbaren Informationen auf einige wenige Untersuchungsfragen zu stützen und in wichtigen Szenen das gesprochene Wort schriftlich festzuhalten, also Transkripte anzufertigen (vgl. Stadler, 2006, S. 25).

Die Videoaufnahmen der Unterrichtseinheiten wurden vor dem Hintergrund folgender Untersuchungs- bzw. Beobachtungsfragen analysiert, die unter Zuhilfenahme der Beiträge von Duit/Wodzinski, 2006, S. 10; Fischler, 2006, S. 21; Labudde, 2006, S. 31 und Stadler, 2006, S. 25 zusammengestellt wurden.

### Analyse der inhaltlichen Ebene

- Welche Phasen lassen sich im Unterricht feststellen?
- Welche Verständnisprobleme bzw. Fehlvorstellungen konnten beobachtet werden?
- Gab es sprachbedingte Verständnisprobleme und wodurch waren diese bedingt?
- Sind die Redeanteile von Lehrer/innen und Schüler/innen angemessen?
- Wird auf die Alltagsvorstellungen und Interessen der Schüler/innen eingegangen?
- Sind die gewählten Inhalte mädchen- und burschengerecht?

### Analyse der sprachlichen Aktivitäten

- Werden den Schüler/innen Freiräume zum Kommunizieren gegeben?
- Stellt die Lehrkraft offene Fragen und was bewirken diese?
- Haben Schüler/innen Zeit zum Nachdenken und Formulieren ihrer Antworten?
- Werden eventuelle sprachliche Fehler der Schüler/innen korrigiert?
- Welche sprachlichen Schwierigkeiten sind aufgefallen?
- Wird in ganzen Sätzen geantwortet und gefragt?
- Werden Fachbegriffe verwendet?
- Wird die Muttersprache verwendet? Wann wird sie verwendet?
- Welche Situationen hemmen die sprachliche Aktivität?
- Wie reagieren Schüler/innen auf sprachliche Fehler untereinander?
- Wie reagieren Schüler/innen auf sprachliche Korrekturen der Lehrkraft?
- Unterhalten sich Schüler/innen über bearbeitete Inhalte?

Anhand dieses Leitfadens wurden die Videoaufnahmen analysiert. Gleichzeitig wurden Gemeinsamkeiten und Unterschiede des an unterschiedlichen Schulen durchgeführten Unterrichts herausgearbeitet.

### **3.2.2 Gespräche mit Lehrkräften und Schüler/innen**

Damit die Perspektiven der Lehrkräfte und der Schüler/innen nicht vernachlässigt bleiben, wurden mit ihnen Gespräche geführt. Die Gespräche mit den Schüler/innen fanden in Gruppen (drei bis fünf Schüler/innen) statt, um sie in möglichst entspannter

Atmosphäre führen zu können. Um eine gute Tonqualität der Aufzeichnung zu erhalten, wurden die Gespräche mit Hilfe des externen Kameramikrofons aufgenommen. Die Teilnahme war freiwillig, es meldeten sich aber jedes Mal genügend Schüler/innen einer Klasse. Ein Leitfaden (s. Anhang A4, S. IV) unterstützte den Ablauf der Gespräche, die im Durchschnitt zehn bis fünfzehn Minuten dauerten (Ergebnisse s. 4.2.1). Die Gespräche mit den Lehrkräften fanden hingegen im Rahmen von Videobesprechungen am Institut statt, wobei interessante Unterrichtsszenen sowie die Probleme des Unterrichtens (sprachlicher und kultureller Art) in Klassen mit hohem Anteil von Schüler/innen mit Migrationshintergrund besprochen bzw. thematisiert wurden (Ergebnisse s. 4.2.2).

### **3.2.3 Kontrolle der Effizienz**

Um einen Hinweis auf die Effizienz der Unterrichtskonzepte zu erhalten und somit einer der Forschungsfragen nachzukommen, wurde das Wissen und Verständnis der Schüler/innen zum jeweiligen Thema mittels zwei bis drei Fragen evaluiert. Der sogenannte Wissenscheck wurde am Beginn der beobachteten Unterrichtseinheit, sowie im Nachhinein (ein bis zwei Wochen später) durchgeführt. Beide Male wurden die gleichen Fragen gestellt und die Schüler/innen ersucht diese in ganzen Sätzen zu beantworten. Bei der Auswertung des Wissenschecks ging es jedoch nicht allein darum die Effizienz (Wissens- und Verständnisszuwachs) der Unterrichtskonzepte und Unterrichtsmaterialien einzuschätzen. Die schriftlichen Antworten der Schüler/innen wurden auch herangezogen, um Sprachprobleme auf der schriftlichen Ebene zu untersuchen und darauf beruhende Verständnisschwierigkeiten festzumachen (Ergebnisse s. 4.3).

### **3.2.4 Partizipation am Projekt MINA**

Die aktive Teilnahme an Treffen des MINA Projektteams (s. auch 1.4.3) ermöglichte eine bessere Vertiefung in die problematische Situation von Schüler/innen mit Migrationshintergrund und eine einzigartige Möglichkeit die professionelle Arbeitsweise von erfahrenen Lehrkräften im Rahmen eines Projekts mitzuverfolgen und in die Unterrichtsentwicklungsprozesse eingebunden zu werden. Auch dazu wurden Daten erhoben, sie sind allerdings nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

## **4. AUSWERTUNG UND INTERPRETATION DER DATEN**

Das vierte Kapitel bildet das Herzstück der vorliegenden Arbeit, das aus drei Unterkapiteln besteht. Im Unterkapitel 4.1 (Videoanalysen) werden die Ergebnisse der sowohl auf der sprachlichen<sup>59</sup> als auch auf der inhaltlichen Ebene durchgeführten Videoanalyse ausgewählter Unterrichtssequenzen vorgestellt. Das Unterkapitel 4.2 (Gespräche) bietet einen zusätzlichen Blick aus der Perspektive der Lehrkräfte und der Schüler/innen auf die behandelte Problematik, die die Zusammenstellung einiger kommentierter Gesprächstranskripte ermöglichen soll. Das dritte Unterkapitel 4.3 (Wissenscheck) widmet sich der Überprüfung der Effizienz (Wissenszuwachs) der von den MINA-Lehrkräften entwickelten und im Rahmen der videografierten Physikstunden erprobten Unterrichtsmaterialien und Unterrichtskonzepte. Wobei auch hier die sprachliche und inhaltliche Ebene analysiert wurde.

### **4.1 Videoanalyse der hospitierten Unterrichtsstunden**

Anhand ausgewählter und transkribierter Unterrichtssequenzen werden im Folgenden die aufgezeichneten Unterrichtseinheiten auf sprachlicher und inhaltlicher Ebene analysiert. Den Untersuchungen der einzelnen Unterrichtsstunden vorangestellt sind jeweils allgemeine Informationen zum hospitierten Unterricht und den Rahmenbedingungen, eine Übersicht über den Stundenablauf, eine Zusammenfassung von allgemeinen Bemerkungen zur jeweiligen Stunde. Darauf folgt eine Analyse der sprachlichen Aktivitäten der Lehrkräfte und der Schüler/innen inklusive einer Analyse der inhaltlichen Ebene in Hinblick auf die einleitend genannten Fragen. Anschließend an die Videoanalysen der Gruppe A, B und C sind jeweils die wesentlichen Erkenntnisse in einer Zusammenfassung zusammengestellt. Die Videoanalysen sind entsprechend der durchgeführten Videoaufzeichnungen chronologisch geordnet. Zur besseren Orientierung wurden die einzelnen Szenen (transkribierte Unterrichtssequenzen) durchnumeriert, wobei die „schnelle Zuordnung der Szenen“ anhand des folgenden Beispiels erläutert wird:

---

<sup>59</sup> Selbstverständlich darf dabei nicht der Anschein geweckt werden, die Analyse der sprachlichen Ebene im Rahmen der vorliegenden Arbeit genüge einer tiefen sprachwissenschaftlichen Untersuchung eines bzw. einer Linguisten/in. Die Arbeit kann und möchte einem solchen eventuellen Anspruch auch nicht gerecht werden. Vielmehr wurde die Analyse der sprachlichen Ebene in einem solchen Ausmaß durchgeführt, wie für das eigentliche Untersuchungsziel (Fragestellungen der Untersuchung s. 3.1) von Relevanz war, um mit der inhaltlichen (fachspezifischen) Analyse verknüpft, einen bereichernden Beitrag zur Physikdidaktik beizusteuern.

A12(IG,78): A... Lehrer/innengruppe

12... fortlaufende Transkriptnummer

(IG,78)... Schultyp und die Seite auf der die Szene zu finden ist.

Die genauen Transkriptionsregeln können im Anhang (A3, S. III) nachgeschlagen werden. Die wichtigsten, das Lesen und Verstehen der Transkripte ermöglichenden Zeichen und Abkürzungen werden hier zusammengestellt:

NMäd bzw. NMäd1, NBub2,.....	anonymisierte Schülerin / Schüler
NN .....	mehrere, geschlechtlich nicht identifizierte Lernende
(..) (...) (....) (a sec) .....	kein verbales Geschehen von 2, 3, 4 Sek. Dauer (ab 5 Sek.) (drei?) .....
	nicht genau verständlich, vermuteter Wortlaut
<a sec> .....	unverständliche Äußerung von a Sek.
<~> .....	Äußerung in nichtdeutscher Sprache
[tippt] .....	nichtsprachliche Vorgänge
` .....	Frage

Nun zu den Videoanalysen:

#### 4.1.1 Videoanalyse – Gruppe A (BRG)

##### Allgemeine Informationen

Schultyp:	Bundesrealgymnasium	Anzahl der Schüler/innen (m/w):	10 (3/7) <sup>60</sup>
Schulstufe:	10	Anteil der S/S mit MH <sup>61</sup> (%):	20
Datum:	06.05.2008	Aufgezeichnete Einheiten:	1
Verwendetes Arbeitsmaterial:		Anhang A5	

##### Stundenablauf

Das Thema der Stunde lautete „Kalorien zählen“. Thematisiert wurde der Zusammenhang der Einheiten Joule und Kalorie sowie die Bedeutung des Brennwertes. Der vermutete Zusammenhang zwischen den genannten Einheiten wurde auch experimentell im Rahmen der Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität des Wassers

<sup>60</sup> Die geringe Schüler/innenanzahl kommt aufgrund der Typenteilung der Klasse zustande.

<sup>61</sup> Migrationshintergrund

überprüft. Die Stunde lässt sich (abgesehen von der Durchführung des Wissens-tests) in drei Phasen einteilen, die nun genauer beschrieben werden.

**Wissenscheck** (7 min, Einzelarbeit, s. S. 98)

**Einstieg** (2 min, Klassenunterricht, Lehrervortrag)

Das Thema und der Ablauf der Unterrichtseinheit wurde kurz vorgestellt und die Relevanz des Inhalts in Hinblick auf das gerade behandelte Themengebiet Wärme angesprochen.

**Erarbeitung** (5 min, Klassenunterricht, fragend-entwickelnd)

Der erste Teil des Arbeitsblatts (s. Anhang A5, S. V) wurde besprochen. Verschiedene Lebensmittelverpackungen wurden dazu verwendet, die Nährwertangaben in Joule und Kalorien abzulesen und in eine dafür vorgesehene Tabelle einzutragen. Anhand dieser Werte wurde der entsprechende Umrechnungsfaktor zwischen beiden Einheiten geschätzt, die Bedeutung des Grundumsatzes mit Hilfe eines online Applets erklärt und der Grundumsatz einer Schülerin berechnet.

(Szenen zu diesem Abschnitt: A1(BRG,39), A2(BRG,40))

**Experimentieren** (40 min, Partnerarbeit, Unterhaltung-Austausch)

Arbeitsblatt wie oben. Jede Schüler/innengruppe erhielt ein Experimentierset (Wasserkocher, Thermometer, Energiemessgerät). Die Funktionsweise des Energiemessgeräts wurde von der Lehrerin jeder Gruppe erklärt, im Anschluss daran wurde selbstständig gearbeitet. Nach der praktischen Arbeitsphase folgte die Auswertung und Interpretation der Daten. (Szenen zu diesem Abschnitt: A3(BRG,41), A4(BRG,42), A5(BRG,43), A6(BRG,43), A7(BRG,44))

Allgemeine Bemerkungen
------------------------

In der Klasse herrschte ein sehr angenehmes Klima. Dies mag auch an der niedrigen Schüler/innenzahl gelegen haben, die womöglich ein intensiveres Klassenzusammenleben und einen besseren Klassenzusammenhalt ermöglicht. Auch der Umgang mit der Lehrerin wies auf eine sehr gute Beziehung zwischen den Schüler/innen und der Lehrerin hin. In der Klasse befanden sich zwei Schülerinnen mit Migrationshintergrund (ein Elternteil war nicht in Österreich geboren). Die Deutschkenntnisse aller



„tatsächlich“ um Kilokalorien handelt. Die Einheiten Joule und Kilojoule werden im Alltag hingegen eher nicht verwendet.

Wie auch im Alltag üblich, nennt das Mädchen keine Einheiten, also keine Jahre beim Alter und auch nicht die Zentimeter bei der Körpergröße. Nur bei der Angabe der Masse hängt sie die umgangssprachliche Einheit „Kilo“ an (090-093). Sie spricht dabei vom Gewicht (Alltagssprache) und nicht von der physikalischen Größe Masse. Weiters fällt in dieser Szene auf, dass die Lehrerin zuerst dem Mädchen den Vortritt lässt auf die Frage des Burschen einzugehen (065-066).

Diese Zurückhaltung fördert den Sprachfluss im Schüler/innengespräch. Der Schülerin wird außerdem Zeit zum Nachdenken gegeben, so dass sie ihre Antwort nicht unter Druck geben muss (062-063).

Wichtig wäre es hier gewesen konsequent die Nennung der Einheiten von den Schüler/innen zu fordern und auch den alltäglichen Gebrauch des Begriffs „Kalorie“ an dieser Stelle zu thematisieren. Es wäre auch angebracht die Schüler/innen auf die fachlich korrekte Verwendung entsprechender physikalischer Größen (Masse) im Unterschied zur Alltagssprache hinzuweisen.

### **Szene A2(BRG,40)**

Nach der Errechnung des Grundbedarfs des Mädchens in Kilokalorien wird der Wert in Kilojoule umgerechnet.

- 099 Lehrerin: wie viel sinds ungefähr in Kilojoule' weil oben haben wir ja schon  
100 bei allen Produkten in Kilokalorien und in Kilojoule angegeben  
101 (..) was muss man ungefähr rechnen , kann man das abschätzen'  
102 NMäd3: mal vier  
103 Lehrerin: ja ungefähr mal vier , ja gut (..)

Obwohl die Lehrerin versucht die Frage möglichst offen zu stellen (101), kommt von einer Schülerin eine stichwortartige Antwort (102). Die Lehrerin akzeptiert<sup>62</sup> die Antwort in dieser Form (103).

Hierbei könnte es sich um ein in dieser Klasse übliches Unterrichtsritual handeln. Diese Szene zeigt die, auch in den anderen Physikstunden beobachtete, Tendenz (auch sprachlich guter) Schüler/innen zu Einwortantworten. Womöglich ist diese

---

<sup>62</sup> Die Implementierung des „Sprachbewusstseins“ in den Physikunterricht wird sich zwar nicht von heute auf morgen vollziehen lassen, jedoch würde es sinnvoll und zielführend sein die „eingefahrene“ Sprechkultur (Schüler/innen nennen die „gewünschten“ Stichwörter) möglichst bald einzustellen.

Tendenz zu wortkargen Äußerungen durch inhaltliche Verständnisprobleme bedingt, wie noch andere Szenen zeigen werden.

### Szene A3(BRG,41)

Die Physiklehrerin erklärt der Burschengruppe (NBub2, NBub3) die Funktionsweise des im Versuch verwendeten Energiemessgeräts.

- 180 Lehrerin: ok , ihr sehts hier , set user brauchen wir nicht , [schaut kurz NBub2 an]  
181 also nur Display wenn ihr da ein oder öfter draufdrückt [NMäd3  
182 kommt nach vorne und hört den Erklärungen der Lehrerin zu]  
183 wechselt diese Anzeige , ja das was hier jetzt noch blinkt , ist  
184 momentan ah , auf Stromstärke , auf current , [schaut NBub2 an]  
185 ja , wenn ihr einmal drückt' kommst auf die Wattstunden , das  
186 ist +das was ihr braucht's (..) wie viel Cent ihr zahlts- , das  
187 interessiert uns momentan nicht , wie viel  
188 /Euro ihr total zahlen müsst und  
189 NMäd3: /wir brauchen Wattstunden [geht zu ihrer Gruppenpartnerin zurück]  
190 Lehrerin: wie viel Kilowatt das Gerät hat , das [zeigt mit dem Zeigefinger  
191 auf den Wasserkocher und schaut NBub2 an, NBub2 nickt]  
192 wie viel Spannung da drinnen ist , zweihundertzwanzig ok' und  
193 NMäd3: [NMäd3 kommt wieder her] und wie viel soll das ungefähr sein'  
194 Lehrerin: und wenn er einschalten ist , solls natürlich hochgehn [zeigt auf  
195 den Wasserkocher und schaut NBub2 an]  
196 /und immer steigen steigen steigen  
197 NMäd3: /ja  
198 Lehrerin: weil wir ja kontinuierlich erwärmen  
199 NBub2: mhm  
200 Lehrerin: ok' [geht zur nächsten Gruppe]

Die Lehrerin erklärt detailliert die notwendigen Einstellungen (Was wird gemessen, was nicht.), die am Energiemessgerät vorzunehmen sind. Die Sprachdominanz liegt hier klar bei der Lehrerin. Die Schüler hingegen bleiben passiv („lassen sich berie-seln“) und stellen keine Zwischenfragen.

Das engagierte Mädchen hingegen, das gar nicht zu dieser Gruppe gehört aber aus Neugier die Erklärung der Lehrerin mitverfolgt, stellt zwar eine Frage (193), die Lehrerin geht jedoch nicht darauf ein, womöglich weil der Messwert (Leistung des Wasserkochers) für die Messung irrelevant ist. Für die Schülerin war es jedoch von Relevanz, was auf mögliche Verständnisprobleme des Versuchszwecks hinweisen könnte.

Diese Situation ließe sich viel sprachintensiver und inhaltsbezogener gestalten<sup>63</sup>. Dadurch würde nicht nur eine fachbezogene sprachliche Interaktion begünstigt, sondern

---

<sup>63</sup> Statt den Schülern die vorzunehmenden Einstellungen zu erklären, in dem sie sagt welche Messgrößen für den Versuch wichtig sind und welche nicht, könnte diesbezüglich Fragen an die Schüler

auch das Verständnis der Schüler. Wie sich zeigen wird, haben die Schüler trotz dieser ausführlichen Erklärung die Idee des Versuchs nicht verstanden (s. A6(BRG,43)).

Analyse der inhaltlichen Ebene und der sprachlichen Aktivitäten der Schüler/innen
---

### Szene A4(BRG,42)

Nach richtiger Einstellung des Energiemessgeräts wird das Wasser im Wasserkocher auf etwa 80 °C erwärmt, dazu muss die Temperatur des Wassers laufend kontrolliert werden.

- 210 NMäd3: warte gehört das jetzt so rein , oder' [hält das Thermometer in  
211 der rechten Hand und führt es dem NMäd5 vor]  
212 NMäd5: kann man das jetzt rein geben' [nimmt den Wasserkocher in die Hand] (..)  
213 NMäd3: ja klar  
214 NMäd5: gibts rein [NMäd3 öffnet den Wasserkocherdeckel und taucht das  
215 Thermometer ins Wasser]  
...  
233 NMäd5: ich glaub du kannst damit reingehen [zeigt auf das Thermometer]  
234 : /also nein , da unten ist wahrscheinlich [meint die Heizspirale]  
...  
247 NBub2: mhm , Frau Professor was heißt , warten bis es achtzig  
248 Grad anzeigt wo solls achtzig Grad , soll ich es da rein halten'  
249 [hält ein Thermometer in der Hand und zeigt damit auf den  
250 Wasserkocher, die Lehrerin schaut NBub1 an, nickt mit dem  
251 Kopf und lächelt]

Die Schüler/innen meiden in ihren Äußerungen durchgehend den Begriff Thermometer (210,212,214,233,248). Neben der Bezeichnung Thermometer werden während der gesamten aufgezeichneten Gespräche der beiden Schülerinnen (NMäd5, NMäd3) nie die Begriffe Wasserkocher oder Energiemessgerät erwähnt. Ähnlich verhält es sich in der Burschengruppe.

Das liegt womöglich daran, dass die Gruppengespräche in der Alltagssprache stattfinden, was für die Schüler/innen „bequemer“ ist und sich diese neuen Begriffe eventuell erst „setzen“ müssen. Außerdem passen Begriffe wie Thermometer, Wasserkocher, Energiemessgerät vielleicht nicht in die Sprachkultur der Jugend (eventuell werden diese Begriffe als „uncool“ eingestuft und/oder die Schüler/innen wollen untereinander nicht wie „Streber“ wirken).

---

stellen und so auch das Verständnis in Bezug auf die Durchführung und den Zweck des Versuchs prüfen.

### Szene A5(BRG,43)

Auf dem Arbeitsblatt (s. Anhang A5, S. V) ist zu lesen: **Warte bis das Thermometer ungefähr 80 °C anzeigt. Die Temperatur beträgt  $T = \underline{\hspace{2cm}}$  °C.**

- 220 NMäd5: das verstehe ich jetzt aber nicht , warum steht da (14 sec)  
221 /die Temperatur beträgt etwa achtzig Grad das ist ja ganz  
222 NMäd3: /warte /eben  
223 NMäd5: komisch [NMäd3 hält immer noch das Thermometer im  
224 Wasserkocher drinnen, NMäd5 betrachtet die Arbeitsanweisung]  
225 NMäd3: das ist ja ganz komisch (4 sec)

Die Schülerinnen haben offensichtlich Verständnisprobleme was diese Arbeitsanweisung betrifft. Die Verwirrung liegt womöglich darin, dass im ersten Satz ein konkreter Temperaturwert steht und in den zweiten diejenige von den Schülerinnen gemessene eingetragen werden soll. Die sprachlich bedingte (Formulierung) Verwirrung deckt eine Verständnislücke auf, die den besonderen (im Unterricht leider nicht thematisierten) Vorgang der Temperaturmessung während dieses Versuches betrifft<sup>64</sup>.

### Szene A6(BRG,43)

Auch eine Burschengruppe hat Probleme mit der Auslegung der oben genannten Arbeitsanweisung, was die Vermutung nahelegt, dass die Arbeitsanweisung (s. Anhang A5, S. V) tatsächlich verwirrend formuliert wurde bzw. die eben erwähnte (im Unterricht nicht thematisierte) Problematik der Genauigkeit der Temperaturbestimmung dazu führte. Doch die Verständnisprobleme der Burschen liegen viel tiefer, wie die folgende Szene zeigt.

- 333 NBub2: also können wir auch auf die achtzig warten indem wir es  
334 abkühlen lassen'  
335 Lehrerin: (..) nein das bringt nichts , ihr müsst ja den Wert dann hier  
336 ablesen , wie viel Energie verbraucht wurde um das Wasser  
337 nur auf achtzig zu erwärmen und nicht , auf hundert  
...  
349 ihr müsst noch mal anfangen [schaut NBub3 an]  
350 NBub2: ach so also Wasser ausleeren'

---

<sup>64</sup> Die Formulierung der Arbeitsanweisung deutet auf die Problematik der Messgenauigkeit hin. Die Ungenauigkeit betrifft einerseits klarerweise das Thermometer selbst, auf der anderen Seite wäre es notwendig den Wasserkocher kurz vor dem Erreichen dieser Temperatur abzuschalten (Heizspirale heizt kurz nach), um das Wasser möglichst genau auf 80 °C zu erwärmen. Eine Thematisierung dieser Problematik hätte Verständnisproblemen genannter Art vorbeugen können.

Die Burschengruppe versteht also den Zweck des Versuchs (Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität von Wasser) und die Idee der Versuchsdurchführung nicht, was in der vom Schüler gestellten Frage (333,334) deutlich zum Ausdruck kommt. Weiters fällt auf, dass die Lehrerin in ihrer Erklärung die alltagssprachliche Phrase „wie viel Energie verbraucht wurde“<sup>65</sup> verwendet (336).

Diese sprachliche „Unachtsamkeit“ kann die bei Schüler/innen oft verbreitete Fehlvorstellung, Energie könnte verbraucht werden und somit „verloren“ gehen, festigen (vgl. dazu Duit, 2007a, S. 191).

### Szene A7(BRG,44)

Die Experimentierphase und die Phase der Auswertung sind sehr sprachfördernd, wie die folgenden Ausschnitte zeigen. Dabei schieben rechnerische Schwierigkeiten den physikalischen Inhalt in den Hintergrund.

- 425 NMäd8: nein nicht dividiert sondern mal [schaut am Taschenrechner]  
426 NMäd7: dividiere sie durch die Temperaturdifferenz [NMäd8 hat das  
427 Eintippen in den Taschenrechner übernommen]  
428 NMäd8: ja aber da steht , ah , da <1 sec> du schreibst achtzig Komma fünf  
429 Kilowattstunden sind gleich Kilowattsekunden , du kannst nicht  
430 durch <1 sec> rechnen , da kommen keine Sekunden raus  
431 [dabei zeigt NMäd8 dem NMäd7 die entsprechende Stelle auf  
432 dem Arbeitsblatt]  
433 NMäd7: wieso.  
434 NMäd8: weil Sekunden immer mehr sind als Stunden'  
...  
602 NMäd5: wie habts ihr das gerechnet' [zeigt auf das Diagramm]  
603 NMäd8: wir haben , was , das kann man einfach mit der Tabelle , also kann man  
604 sich da anschauen  
605 NMäd5: /muss man da die kleinen Dinger zählen'  
606 NMäd8: /ja , nein also du gehst , du schaust da wo  
607 dreißig Grad sind , und machst dann , also neunzig Grad hoch und  
608 es ist genau so angegeben  
609 NMäd5: darf ich das abschreiben [flüstert, lacht]

Hier kann man einen sehr intensiven Austausch zwischen den beiden Mädchen beobachten. Im Vordergrund steht hier jedoch kein inhaltliches sondern ein rechnerisches Problem, nämlich die Umrechnung von Kilowattstunden in Kilowattsekunden. Ein Mädchen versucht zunächst etwas holprig (603-604) einem anderen zu erklären, wie man den gesuchten Wert vom Diagramm abliest (s. Anhang A5, Seite VI). Hier steht wiederum ein nichtphysikalisches Problem im Vordergrund.

---

<sup>65</sup> Die Energieerhaltung (Energie kann nur umgewandelt nicht verbraucht werden) stellt einen der zentralen Begriffe der Wärmelehre dar.

Die Schwierigkeiten könnten von der Darstellung des Diagramms herrühren, die sich für qualitative Aussagen eignet und nicht für Berechnungen, wie es die dazu gestellten Fragen<sup>66</sup> verlangen. Der Fokus wird vom eigentlichen physikalischen Inhalt hin zur Problematisierung des Ablesevorgangs gelenkt. Somit wird nicht die sprachlogische Kompetenz der Schüler/innen gefördert (s. 2.1.1).

#### 4.1.2 Videoanalyse – Gruppe A (IGW)

##### Allgemeine Informationen

Schultyp:	Islamisches Gymnasium	Anzahl der Schüler/innen (m/w):	29 (18/10)
Schulstufe:	10	Anteil der S/S mit MH (%):	100
Datum:	26. und 27.05.2008	Aufgezeichnete Einheiten:	2
Verwendetes Arbeitsmaterial:	Anhang A5		

##### Stundenablauf

Auch in dieser Klasse lautete das Unterrichtsthema „Kalorien zählen“. Verwendet wurden dieselben Unterlagen, wie in der BRG Klasse (s. Anhang A5) ergänzt durch einen Text (Bedienungsanleitung des Energiemessgeräts, A5, S. VII). Die Erprobungsphase war auf zwei Unterrichtseinheiten ausgelegt.

Gliederung der ersten Unterrichtseinheit (26.05.2008):

**Wissenscheck** (7 min, Einzelarbeit, s. S. 99)

**Erarbeitung** (15 min, Gruppenarbeit, Unterhaltung-Austausch)

Der Lehrer schilderte den geplanten Unterrichtsablauf. In Gruppen wurden unter Verwendung der Physikbücher Definitionen einiger Begriffe (Energie, Brennwert, Nährwert, Temperatur), deren geläufige Abkürzungen und die entsprechenden Ein-

<sup>66</sup> Diagramme haben einen sehr wichtigen Stellenwert in der Physik. Besonders wichtig ist in dieser Hinsicht die Fähigkeit Diagramme „qualitativ“ lesen zu können. Das würde die Schüler/innen von der „quantitativen“ (genaues Ablesen und Rechnen), inhaltsfernen und zeitraubenden Auseinandersetzung mit dem Diagramm abbringen. Dazu würden sich etwa folgende Fragen eignen: Wie schaut der Verlauf des Graphen aus? Was lässt sich daraus über den Zusammenhang zwischen der zugeführten Energie und der gemessenen Temperatur sagen? usw. Um dabei auch die sprachlichen Aktivitäten oder Interaktionen zu intensivieren, könnte an dieser Stelle von den Schüler/innen verlangt werden diese Fragen zunächst mit dem Gruppenpartner und anschließend schriftlich (in ganzen Sätzen) für sich festzuhalten.

heiten im Heft zusammengestellt. (Szenen zu diesem Abschnitt: A8(IGW,47), A9(IGW,48), A11(IGW,49))

**Vergleich der Ergebnisse** (10 min, Klassenunterricht, Schüler/innengespräch)

Die Rechercheergebnisse wurden im Plenum besprochen.  
(Szenen zu diesem Abschnitt: A10(IGW,48), A12(IGW,50))

**Erarbeitung** (15 min, Klassenunterricht, fragend-entwickelnd)

Brennwerte verschiedener Lebensmittel wurden miteinander verglichen. Der Begriff des Grundumsatzes und der Einfluss verschiedener Faktoren (körperlicher Aktivität, Alter, Geschlecht) auf den täglichen Energiebedarf wurden diskutiert (Arbeitsunterlagen: s. Anhang A5, S. V). Die Schüler/innen erhielten die Aufgabe, zu Hause einen Blick in den Kühlschrank zu werfen und entsprechende Werte einiger Nahrungsmittel in die Tabelle auf dem Arbeitszettel einzutragen.

Gliederung der zweiten Unterrichtseinheit (27.05.2008):

**Einstieg** (2 min, Klassenunterricht, Schüler/innengespräch)

Die Hausübung wurde kurz kontrolliert und der Ablauf der bevorstehenden Stunde besprochen.

**Experimentieren** (40 min, Gruppenarbeit, Unterhaltung-Austausch)

Jede Gruppe erhielt ein Thermometer, einen Tauchsieder bzw. Wasserkocher und ein Energiemessgerät mit Bedienungsanleitung. Arbeitsunterlagen s. Anhang A5, S. VI und VII. (Szenen zu diesem Abschnitt: A13(IGW,50), A14(IGW,51))

Allgemeine Bemerkungen
------------------------

Im Vergleich zur BRG Klasse war die Anzahl der Schüler/innen größer. Insgesamt nahmen 29 bzw. 28 Schüler/innen (ein Schüler fehlte in der zweiten Stunde) am Unterricht teil, davon hatten alle einen Migrationshintergrund. Sprachlich gesehen setzte sich die Klassengemeinschaft vor allem aus arabisch und türkisch sprechenden Schüler/innen zusammen. Sprachliche Probleme in der Umgangssprache konnten keine beobachtet werden. Das mag auch daran gelegen haben, dass es sich bei der

Klasse um eine Oberstufenklasse handelte, das heißt die Schüler/innen schon länger in Österreich lebten.

Analyse der inhaltlichen Ebene und der sprachlichen Aktivitäten der Lehrkraft
---

### Szene A8(IGW,47)

Die Schüler/innen sollen in Gruppen einige Begriffe (Energie, Temperatur, Heizwert, Brennwert und Nährwert) im Physikbuch suchen und deren Definition, die geläufige Abkürzung sowie die entsprechende Einheit herausschreiben.

- 036 Lehrer: gut , dass sind alles Begriffe die wir schon einmal  
037 durch besprochen haben  
...  
040 auf den ersten Blick , fällt euch da was auf  
041 NBub4: alle haben was mit Wärme zu tun  
042 NMäd13: /mit Wärme  
043 NMäd14: /mit Energie  
044 NMäd13: ja mit Energie  
045 Lehrer: /gut /alle haben irgendwie was mit Wärme  
046 beziehungsweise mit Energie zu tun , es sind recht ähnliche Begriffe

Auf die offene Frage (040) des Lehrers antwortet ein Bursch mit einem ganzen Satz (041), einige andere Schüler/innen antworten stichwortartig (042,043,044). In der Aussage des Lehrers (046) fehlt der Hinweis darauf, dass die beiden Begriffe (Energie und Wärme) in der Physik (im Gegensatz zum alltäglichen Sprachgebrauch) für ein und dasselbe stehen (Wärme ist eine Energieform) und nicht bloß „recht ähnlich sind“.

Das Fehlen dieses Hinweises könnte womöglich die bei den Schüler/innen oftmals vorhandenen Fehlvorstellungen von Wärme festigen, beispielsweise die „Abkoppelung“ des Begriffs Wärme vom Begriff Temperatur, die im Alltag meist synonym gebraucht werden (vgl. Duit, 2007b, S. 195). Der Begriff Wärme wurde in der beobachteten Unterrichtsstunde auch nicht mehr weiter thematisiert. Gerade aber die inhaltlich richtige Verwendung und Unterscheidung der Begriffe Wärme, Energie und Temperatur ist für das Verständnis der gesamten Thermodynamik unabdingbar. (Vgl. Duit, 2007b, S. 195-196).

Wie man aus dieser Szene weiters erkennen kann, bevorzugen es die Schüler/innen die vermuteten Stichwörter zu nennen, statt in ganzen Sätzen zu antworten (vgl. dazu Leisen, 2006; Kapitel 2.1.2). Der Lehrer akzeptiert das.

### Szene A9(IGW,48)

Der Arbeitsauftrag lautete:

047 Lehrer: was ich jetzt gern von euch hätte ist' dass ihr eure Bücher  
048 hernehmt , oder auch euer Wissen das ihr schon habt darüber  
049 hernehmt , und , erstens ein mal (..) ich schreibs da mal oben  
050 eine Begriffsklärung [schreibt das Wort an die Tafel]  
051 das heißt einmal die Begriffe erklären die ihr da habt (..)  
052 das zweite eine Tabelle wie ihr es eh kennts mit Größen und  
053 Einheiten angeben [schreibt die Wörter auf die Tafel] , von vielen  
054 werdet ihr es sowieso auswendig wissen

Der Lehrer umschreibt das Wort Begriffsklärung, das den Schüler/innen womöglich nicht geläufig ist, nochmals in anderen Worten (051). Die Schüler/innen werden dazu aufgefordert die gesuchten Informationen aus den Texten herauszufiltern (Training der Lesekompetenz).

Eine Schüler/innengruppe hatte Schwierigkeiten aus der Bedienungsanleitung (s. Anhang A5, S. VII) die Information herauszulesen, wie man das Energiemessgerät zurücksetzen („reseten“) kann.

### Szene A10(IGW,48)

Die herausgesuchten Begriffe werden nun im Plenum besprochen.

383 Lehrer: (..) was ist der Brennwert' (5 sec) [einige Schüler/innen zeigen auf]  
385 NMäd9: das was der Mensch verbrennt  
386 NMäd: ha ha , was verbrennen' [zu NMäd9]  
387 Lehrer: (Name des aufzeigenden Schülers NBub3)  
388 NBub3: ich hätte gedacht wenn ein Körper eigentlich zu verbrennen anfängt  
389 Lehrer: nein [viele lachen] <3 sec>  
390 NBub28: darf ich [wird drangenommen] hinten steht immer der Nährwert  
391 das ist Kilojoule , also wie viel es eh , wie viel es hat wie  
392 viel Energie es besitzt  
393 Lehrer: Kilojoule , kann auch Joule stehen  
394 NBub28: /ja wenn es weniger als tausend  
395 Lehrer: /ja /es kann auch Joule pro  
396 Kilogramm da stehen (...)

In diesem Abschnitt lässt der Lehrer wieder viel Freiraum, achtet jedoch darauf, dass die Gesprächskultur (die Schüler/innen müssen aufzeigen) eingehalten wird (s. dazu auch 2.1.2). Auch ein sprachlich schwächerer Schüler äußert sich (390-392). Aus inhaltlicher Sicht kann diesem Klassengespräch entnommen werden, dass einige Schüler/innen (wie hier etwa in 386,388) trotz der richtig aus dem Physikbuch abge-

schriebenen Definition des Begriffs Brennwert<sup>67</sup>, dessen Bedeutung nicht verstanden haben.

Das kann womöglich an der alltagssprachlichen Assoziation der Wörter „brennen“ und „verbrennen“ liegen, die mit dem „sichtbaren“ Prozess der Verbrennung in Verbindung gebracht werden. Der Lehrer reagiert auf diese Anzeichen nicht und wendet sich der unterschiedlichen Angabe der Einheiten des Brennwertes zu.

### Analyse der inhaltlichen Ebene und der sprachlichen Aktivitäten der Schüler/innen

#### Szene A11(IGW,49)

Die Mädchengruppe versucht den Begriff Temperatur zu klären, dazu verwenden sie die Physikbücher und ihre bisherigen Mitschriften.

- 099 NMäd13: <~> Temperatur <~> Grad Kelvin , <~> [zu NMäd14]  
...  
118 NMäd14: Energie in Joule <~> Arbeit in Newton  
119 NMäd13: Arbeit in Sekunden glaub ich wart mal ich schau mal nach  
120 [schaut im Buch nach]  
121 /<~> aha Temperatur c , Kelvin k  
...  
133 NMäd11: Energie ist Joule [zu NMäd12]  
134 NMäd12: Energie <~> Joule , <~> die Größe , Größe [antwortet NMäd11] , Arbeit

Die Mädchen unterhalten sich überwiegend in ihrer Muttersprache, obwohl sie Deutsch (Alltagssprache) gut beherrschen. Vielleicht liegt das auch an der Kamera. Jedenfalls werden physikalische Größen wie Energie, Temperatur, Arbeit oder Einheiten wie Celsius, Kelvin, Joule auf Deutsch genannt, womöglich weil die Schüler/innen viele der Fachbegriffe in ihrer Muttersprache<sup>68</sup> (zumindest im physikalischen Sinn) nicht kennen (s. auch Gespräche mit den Schüler/innen, 4.2.1). Der Einsatz von Texten begünstigt (wie hier beobachtet werden kann) die Verwendung fachspezifischer Begriffe, die in Gruppengesprächen ansonsten gemieden werden (wie etwa in Szene A13(IGW,50)).

<sup>67</sup> Der Brennwert ist der Energiegehalt eines Lebensmittels; er bezieht sich meistens auf 100 g und/oder auf eine Portion. Der Brennwert ist genauer gesagt die Energiemenge, die der Körper beim Abbau der Nahrung gewinnen kann. Sie wird zur Energiebedarfsdeckung herangezogen. Der Brennwert setzt sich aus den drei Hauptnährstoffen Eiweiß, Kohlenhydrate und Fett zusammen. (vgl. [http://www.lifeline.de/llspecial/ernaehrung/die\\_naehrwerttabelle/content-138902.html](http://www.lifeline.de/llspecial/ernaehrung/die_naehrwerttabelle/content-138902.html) [20.08.2008]) Der Nährwert hingegen umfasst neben der Angabe der bei der Verdauung verwertbaren Energie (Brennwert) auch die Zusammensetzung (Eiweiß, Fett, Kohlenhydrate, Vitamine,...) des Nahrungsmittels. (vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/N%C3%A4hrwert> [20.08.2008])

<sup>68</sup> Um die Multikulturalität mitschwingen zu lassen, könnten diese Begriffe von den Schüler/innen auch in der jeweiligen Muttersprache erfragt werden.

### **Szene A12(IGW,50)**

Nachdem der Begriff Temperatur im Plenum geklärt wurde, schlägt der Lehrer vor als nächstes die Energie zu besprechen.

- 303 Lehrer: Wärme' , ich würd die Energie gleich nehmen , warum (Name  
304 der Schülerin) , warum' nehmen wir die Energie  
305 NMäd19: hm [lächelt] ja weil die Energie , je eh die auch , es hat schon  
306 einen Zusammenhang mit der Temperatur wenss vielleicht eher in  
307 der Nähe davon die Temperatur , fast wie die Temperatur [gestikuliert]

Der Physiklehrer erwartet von der Schülerin, dass sie die ausstehenden Begriffe (Brennwert, Heizwert) unter dem Begriff Energie vereint. Das Mädchen hat Schwierigkeiten sich zu äußern. Sie versucht, durch die Fragestellung des Lehrers suggeriert (303,304), einen Zusammenhang zwischen Energie und Temperatur herzustellen und scheitert.

Das starke Gestikulieren mit den Händen weist womöglich auf eine momentane Sprachnot hin, die jedoch vielmehr inhaltlich bedingt zu sein scheint als sprachlich.

In dieser Szene werden wieder die von der Alltagssprache geprägten „fehlerhaften“ Verknüpfungen der physikalischen Begriffe Wärme, Energie und Temperatur (die oft synonym verwendet werden) sichtbar (vgl. Duit, 2007b, S. 195). Sie scheint zwar einen Zusammenhang zwischen Energie und Temperatur zu erkennen, kann diesen aber nicht präzisieren.

### **Szene A13(IGW,50)**

Zweite Unterrichtseinheit: Eine Mädchengruppe ist dabei den Tauchsieder und das Energiemessgerät zusammenzustecken.

- 021“ NMäd2: das wird heiß jetzt [zu NMäd1, meint den Tauchsieder]  
022 NMäd1: ah bis es warm ist  
023 NMäd2: wie soll man das jetzt halten' [versucht den Stecker des Tauchsieder an  
024 das Energiemessgerät zu stecken]  
025 NMäd1: das musst da reinstecken [zeigt mit der Hand was sie meint]

Die Bezeichnungen des gerade verwendeten Werkzeugs werden im Gespräch nicht verwendet, die Geräte werden mit „das“ oder „es“ bezeichnet (insgesamt wurde diese Gruppe 18 Minuten lang gefilmt, kein einziges Mal fiel das Wort Tauchsieder). Hier zeigt sich also eine Parallele zu den sprachlich sehr starken Schüler/innen der BRG Klasse, die in ihren Konversationen auch Fachbegriffe meiden (s. Szene

A4(BRG,54)). Kontrastierend dazu zeigt sich, dass der Einsatz von Texten die Verwendung fachspezifischer Begriffe in Gruppengesprächen begünstigt (Szene A11(IGW,49)).

### **Szene A14(IGW,51)**

Zweite Einheit: Die Schülerinnengruppe beschäftigt sich mit der Umrechnung von Joule in Kilojoule.

- 764 NMäd5: schau mal daher [fragt NMäd12] wenn ich jetzt das hier , das sind  
765 die Wattsekunden das heißt Joule ganz alleine na' , das heißt wenn  
766 ich das in Kilojoule umrechne , muss ich mal <1 sec> mal  
767 /tausend rechnen  
...  
771 NMäd1: nein mal vier Komma eins acht vier oder'  
772 NMäd4: das' [NMäd12 zeigt auf etwas]  
773 NMäd12: ich glaube da setzt man das Komma so rüber , also mal  
774 NMäd1: ja mal dem oder' [zeigt hin, fragt NMäd12] (..)  
775 NMäd5: nein durch tausend , hallo' , du willst , hast doch Joule und willst es  
776 /in Kilojoule umwandeln , Kilo hat tausend [zu NMäd1]  
777 NMäd4: /das ist eh richtig [zu NMäd5]  
778 NMäd1: also du durch tausend  
...  
784 NMäd12: da muss man drei drei Stellen nach innen rücken , das Komma  
785 NMäd5: ja das heißt durch tausend

Dieser Ausschnitt zeigt wie sprachintensiv die Schülerinnen in der Gruppe arbeiten, allerdings beschäftigen sie sich mit einem rechentechnischen Problem. (Dieser Berechnungsvorgang dauerte weit über zehn Minuten und wurde durch das Läuten der Pausenglocke beendet.). Zwar bildet die Auswertung der Messdaten (stark von Mathematik geprägt) einen wesentlichen Bestandteil der physikalischen Arbeitsweise, in diesem Fall verdecken jedoch die rechnerischen Tätigkeiten und die damit verbundenen Unsicherheiten den eigentlichen Zweck, die Bedeutung und den physikalischen Inhalt des Versuchs zu erschließen (Die Umrechnung von Wattstunden in Wattsekunden (\*3600) ist angegeben, der Umrechnungsfaktor von Joule in Kilojoule allerdings nicht. Diese Inkonsequenz könnte die zusätzlichen Schwierigkeiten und Ablenkung vom physikalischen Inhalt verursacht haben.). Ähnlich verhielt es sich bei der Umrechnung von Wattstunden in Wattsekunden.

Wie auch in der BRG Klasse (Szene A7(BRG,44)) steht in dieser Arbeitsphase ein rechentechnisches Problem (Umrechnung der Einheiten) im Vordergrund und nicht der eigentliche physikalische Inhalt des durchgeführten Versuchs. Die in beiden Klassen (BRG und IGW) erprobten Unterrichtsmaterialien initiierten zwar sprachliche

Interaktionen während der Gruppenarbeiten, lenkten jedoch die Gesprächsinhalte von physikalischen Problemen weg hin zu mathematischen.

#### **4.1.3 Zusammenfassung der Videoanalysen – Gruppe A**

Die Lehrkräfte der Gruppe A unterrichteten in Klassen unterschiedlicher Zusammensetzung was die Schüler/innenanzahl und die Anzahl der Schüler/innen mit Migrationshintergrund angeht (s. jeweils S. 37 und S. 45). Während in der IGW Klasse alle Schüler/innen einen Migrationshintergrund hatten, befanden sich in der BRG Klasse nur zwei Schüler/innen mit Migrationshintergrund. Die Deutschkenntnisse aller Schüler/innen mit Migrationshintergrund waren gut, dies mag wohl daran gelegen haben, dass es sich in beiden Fällen um Oberstufenklassen (10. Schulstufe) handelte und sprachlich schwächere Schüler/innen bereits „rausselektiert“ wurden. Trotzdem war es sinnvoll diese Unterrichtseinheiten zu analysieren, einerseits um Vergleiche zwischen den Klassen machen zu können, andererseits um die Physikstunden auf etwaige sprachbedingte Verständnisschwierigkeiten hin zu untersuchen, die trotz guter Beherrschung der Alltagssprache auftreten können.

Tatsächlich hat sich herausgestellt, dass es Parallelen zwischen einheimischen Schüler/innen und Schüler/innen mit Migrationshintergrund im Umgang mit der Sprache im Physikunterricht gibt. Beide Unterrichtskonzepte zeichneten sich dadurch aus, dass sie viele schüler/innenzentrierte Unterrichtsphasen beinhalteten (s. jeweils Stundenablauf S. 37 und S. 45).

In den beobachteten Physikstunden wurde zwar der gleiche Inhalt (Zusammenhang zwischen den Einheiten Kalorie und Joule, Energiebedarf des Menschen sowie Bestimmung der Wärmekapazität von Wasser) behandelt und auch mit gleichen Unterrichtsmaterialien (vom Team entwickeltes Arbeitsblatt, s. Anhang A5) gearbeitet, die Lehrkräfte setzten jedoch unterschiedliche Schwerpunkte, was die Arbeit mit Texten betrifft. Während der Physiklehrer in der IGW Klasse die Schüler/innen viel mit Texten (Schulbuch, Bedienungsanleitung des Energiemessgeräts, s. Anhang A5, S. VII) arbeiten ließ, beschränkte sich der Einsatz von Texten in der BRG Klasse auf das erwähnte Arbeitsblatt. Außerdem war die Erprobungsphase in der IGW Klasse auf zwei Einheiten ausgelegt.

Bei der Analyse der sprachlichen Interaktionen in beiden Klassen konnte beobachtet werden, dass Schüler/innen (mit und ohne Migrationshintergrund) im Physikunterricht dazu neigen mit Einwortantworten (auch auf offene Fragen der Lehrkraft) zu reagie-

ren. Womöglich führen inhaltliche Unsicherheiten der Schüler/innen zu diesem Verhalten (vgl. Kapitel 2.1.2). Bei einer ausführlichen Antwort könnte der Lehrkraft eine eventuelle inhaltliche Ungereimtheit auffallen, was mit einer möglichen inhaltsbezogenen Rückfrage seitens der Lehrkraft verbunden wäre. Mit der Nennung von Stichwörtern (die die Lehrkraft „hören“ will) können Schüler/innen diese Situation vermeiden und zudem fälschlicherweise den Anschein erwecken, den Inhalt verstanden zu haben. Die in beiden Klassen beobachtete Akzeptanz einer solchen „verkürzten“ sprachlichen Interaktion durch die Lehrkräfte lässt ein großes Potenzial der Sprachintensivierung des Physikunterrichts ungenutzt verpuffen. Möglicherweise kommt diese Akzeptanz aufgrund „eingeübter“ Unterrichtsrituale zustande. Entsprechende Intervention (konsequentes Verlangen von Antworten in ganzen Sätzen) könnte einerseits die sprachlogische Kompetenz (s. Kapitel 2.1.1) und den Umgang mit der fachspezifischen Unterrichtssprache (s. Kapitel 2.1) fördern, andererseits den Lehrkräften einen Einblick in möglicherweise vorhandene Fehlvorstellungen bieten (A2(BRG,40), A8(IGW,47)).

Zu beachten ist, dass sprachliche Unachtsamkeiten der Physiklehrkraft (wie etwa: Wieviel Energie wird verbraucht?) bei Schüler/innen (eventuell) vorhandene Fehlvorstellungen „ungewollt“ festigen können (A6(BRG,43)). Interaktionen während des Physikunterrichts können einer sprachsensiblen Lehrkraft jedoch nicht nur Hinweise auf Fehlvorstellungen (im Sinne von Schüler/innenvorstellungen, s. Kapitel 2.2) geben, sondern auch auf Verständnisprobleme anderer Art, etwa wenn die Idee und Zweck eines Schüler/innenversuchs nicht verstanden wurde (A6(BRG,43)).

Eine weitere Besonderheit im Sprachverhalten von Schüler/innen (mit und ohne Migrationshintergrund) im Physikunterricht war die in beiden Klassen beobachtete Tendenz zur Meidung der Nennung von physikalischen Einheiten, Größen, fachspezifischen Ausdrücken und sogar von Bezeichnungen gerade verwendeter Versuchsgespräche während der Gruppengespräche. Das liegt womöglich daran, dass die Gruppengespräche in der Umgangssprache stattfinden, was für die Schüler/innen „bequemer“ ist und diese Begriffe vielleicht nicht in die Sprachkultur der Jugend (eventuell werden diese Begriffe als „uncool“ eingestuft und/oder die Schüler/innen wollen untereinander nicht wie „Streber“ wirken) passen (A4(BRG,42), A13(IGW,50)).

Aber nicht nur eine eventuelle inhaltlich bedingte Unsicherheit, sondern auch die Alltagssprache kann diese Tendenz unterstützen. Im Alltag wird meist nur von Kalorien gesprochen, obwohl es sich „tatsächlich“ um Kilokalorien handelt. Die Einheiten

Joule und Kilojoule werden im Alltag hingegen eher selten verwendet. Auf Lebensmittelverpackungen scheinen hingegen nur die Abkürzungen „kJ“ bzw. „kcal“ auf, was zusätzlich zu Problemen bei der Verbalisierung führen kann. Ein weiterer „ungünstiger“ Einfluss der Umgangssprache konnte in Bezug auf den Begriff Masse beobachtet werden. In der Umgangssprache wird vom Gewicht<sup>69</sup> gesprochen, obwohl damit eigentlich die Masse gemeint ist. Auch in diesem Fall wäre es angebracht die fachlich korrekte Verwendung entsprechender physikalischer Größen (Masse) und Einheiten (Kalorie) im Unterschied zur Alltagssprache im Physikunterricht zu thematisieren (A1(BRG,39)).

Die in beiden Klassen während der Gruppenphasen erprobten Unterrichtsmaterialien initiierten zwar sprachliche Interaktionen während der Gruppenarbeiten, lenkten jedoch die Gesprächsinhalte von physikalischen Problemen hin zu mathematischen (Umrechnungen, Diagramm). Zwar bildet die Auswertung der Messdaten einen wesentlichen Bestandteil der physikalischen Arbeitsweise, in diesem Fall verdeckten jedoch diese Tätigkeiten (die die meiste Zeit beansprucht hatten) und die mit ihnen verbundenen Schwierigkeiten den eigentlichen Zweck, die Bedeutung und den physikalischen Inhalt der durchgeführten Versuche zu erschließen. Zur genaueren Analyse s. Szene A7(BRG,44) und A14(IGW,51).

Die Schwierigkeiten im Umgang mit der Bedienungsanleitung könnten auf zwei Ursachen zurückgeführt werden. Eine Ursache könnte eine mangelnde Textkompetenz (etwa das Herauslesen relevanter Informationen), die zweite Ursache könnten fachlich bedingte Verständnisprobleme sein, die durch die Texte (in den Gesprächen) „hörbar“ wurden (A5(BRG,43), A9(IGW,48)).

Auch was die Schüler/innenvorstellungen zu den Begriffen Energie, Wärme und Temperatur anbelangt, konnten bei den Schüler/innen mit Migrationshintergrund Übereinstimmungen mit den aus der Literatur bekannten beobachtet werden. Da einige der mit diesen Begriffen verbundenen Schwierigkeiten von deren umgangssprachlichen (meist synonymen) Verwendung herrühren, könnte das Auftreten dieser Probleme in der großteils zweisprachigen IGW Klasse dadurch erklärt werden, dass die Schüler/innen die Umgangssprache gut beherrschen und von ihr „geprägt“ waren (A8(IGW,47), A12(IGW,50)).

Diese eben erwähnte „Prägung“ durch die Umgangssprache (vgl. Kapitel 2.1) konnte bei der Besprechung des Begriffs Brennwert festgestellt werden. Verständnisproble-

---

<sup>69</sup> Tatsächlich ist das Gewicht eine ortsabhängige Eigenschaft der Masse.

me der Bedeutung dieses Begriffs könnten womöglich an der alltagssprachlichen Assoziation der Wörter „brennen“ und „verbrennen“ gelegen sein, die mit dem „sichtbaren“ Prozess der Verbrennung in Verbindung gebracht werden (A10(IGW,48)).

Weiters konnte beobachtet werden, dass physikalische Größen wie Energie, Temperatur, Arbeit oder Einheiten wie Celsius, Kelvin, Joule auf Deutsch genannt wurden. Zu vermuten ist, dass die Schüler/innen viele der Fachbegriffe in ihrer Muttersprache (zumindest im physikalischen Sinn) nicht kennen (A11(IGW,49)).

#### 4.1.4 Videoanalyse – Gruppe B (HS)

##### Allgemeine Informationen

Schultyp: Hauptschule	Anzahl der Schüler/innen (m/w): 21 (9/12)
Schulstufe: 7	Anteil der S/S mit MH (%): 95
Datum: 16.05.2008	Aufgezeichnete Einheiten: 1
Verwendetes Arbeitsmaterial:	Anhang A6

##### Stundenablauf

Die Themen der Stunde waren die Abkühlung von Wasser (Temperaturverlauf) und die Absorption bzw. Reflexion von Wärmestrahlung. In einem entsprechenden Versuch wurden die unterschiedlichen Konsequenzen des Schmelzvorgangs von Eisbergen und Gletschern untersucht. In einem weiteren Schüler/innenversuch wurde der Abkühlungsprozess von Wasser beobachtet und interpretiert. Der lineare Verlauf der Temperaturkurve sollte erkannt werden. Die Schüler/innen bekamen hierzu zwei Arbeitsblätter (s. Anhang A6) mit einer Versuchsanleitung, die aus kurzen und vor allem sehr einfachen Sätzen bestand.

**Wissenscheck** (8 min, Einzelarbeit, s. S. 102)

**Einleitung** (1 min, Klassenunterricht, Lehrervortrag)

Der Lehrer knüpfte kurz an den Wissenscheck an und erklärte den Ablauf der geplanten Stunde. Arbeitsblätter (s. Anhang A6) wurden ausgeteilt.

**Experimentieren I** (10 min, Gruppenarbeit, Lehrervortrag/Unterhaltung/Austausch)

Gearbeitet wurde in Gruppen von drei bis vier Schüler/innen. Die zur Durchführung notwendigen Materialien befanden sich bereits vorbereitet auf den Tischen. Begonnen wurde mit dem Schmelzexperiment (s. Anhang A6). Während die Eiswürfel schmolzen wurde das zweite Experiment durchgeführt. (Szene: B1(HS,57))

**Experimentieren II** (25 min, Gruppenarbeit, Lehrervortrag/Unterhaltung/Austausch))

Arbeitsblatt s. Anhang A6. Jede Gruppe erhielt ein großes Becherglas mit heißem Wasser. In Zeitabständen von zwei Minuten wurde die Wassertemperatur gemessen und die Messwerte wurden in ein Diagramm eingetragen. Der Lehrer zeichnete ein entsprechendes Diagramm an die Tafel, mit dem er anschließend den Vorgang des Werteeintragens vorführte. (Szene: B2(HS,58), B3(HS,59), B5(HS,61))

**Besprechung** (5 min, Klassenunterricht, Schüler/innengespräch)

Die Ergebnisse beider Versuche wurden besprochen und vom Lehrer zusammengefasst. (Szene: B4(HS,60))

**Demonstrationsversuch** (5 min, Klassenunterricht, Lehrervortrag)

In der vorhergehenden Physikstunde wurde vereinbart, dass sich die Schüler/innen dunkel oder hell anziehen sollten, denn im abschließenden Demonstrationsversuch wurden sie von einer Wärmelampe, die die Sonne repräsentieren sollte, bestrahlt.

Allgemeine Bemerkungen
------------------------

Die Klasse der Hauptschule setzte sich überwiegend aus Schüler/innen mit stark ausgeprägten Sprachmängeln zusammen. Die meisten Schüler/innen hatten bereits große Probleme mit der Alltagssprache. Nur ein Schüler hatte keinen Migrationshintergrund. Der Physiklehrer wurde von zwei assistierenden Lehrerinnen unterstützt. Eine der Lehrerinnen unterstützte die Schüler/innen auf Deutsch, die zweite hingegen die türkischstämmigen Lernenden in ihrer Muttersprache. Die Kinder sprachen meist leise und unterhielten sich überwiegend in ihrer Muttersprache (s. dazu Kapitel 2.1.2; Leisen, 2006), wobei bis zu einem gewissen Grad sicherlich auch die Anwesenheit der Kamera und der Gruppenpartnerin des Lehrers darauf einen Einfluss hatte.

Die Schüler/innen dieser Schulklasse gehören zur sogenannten Risikogruppe, also zu jenen „Schülerinnen und Schülern, die als Familiensprache eine Migrantensprache sprechen und der unteren sozialen Klasse angehören [...]“ (Schroeder/Stölting, 2005, S. 60). Migrationshintergrund ist also nicht gleich Migrationshintergrund, was sich vor allem in der Sekundarstufe II bemerkbar macht. Im Rahmen dieser Untersuchung betrifft das die BHS-, AHS- und IGW-Oberstufe Klassen. Der überwiegende Teil der sprachlich schwächeren Schüler/innen mit Migrationshintergrund wurde „bis dahin“ aus dem Schulsystem „selektiert“.

### Analyse der inhaltlichen Ebene der sprachlichen Aktivitäten der Lehrkraft

#### Szene B1(HS,57)

Das erste Experiment, das Schmelzexperiment, wird vorbereitet. Die dafür benötigte Ausrüstung steht bereits auf den Tischen. Gemeinsam wird die Anleitung besprochen und mit dem Experiment begonnen. Als nächstes kommt heißes Wasser in die Bechergläser und jede Gruppe bekommt einen „Eisberg“.

- 008 Lehrer: der erste Versuch heißt schwimmendes Eis Gedankenstrich Eisberge ,  
009 der zweite Versuch den ihr gleichzeitig macht heißt Polareis , beim  
010 Eisbergeversuch sollt ihr , das steht eh dort was ihr machen sollt , lies viel  
011 leicht einmal Eisberg vor [deutet auf eine Schülerin, sie räuspert sich]  
012 fülle ein zweihundert Milliliter Becherglas [nimmt es in die Hand und  
013 zeigt es der Klasse]  
014 das ist das da [stellt das Becherglas wieder auf den Tisch] lies weiter  
015 [deutet mit der Hand, dass die Schülerin weiter lesen soll]  
016 NMäd1: /zuerst mit wei ah zuerst mit heißem Wasser  
017 Lehrer: /hei das ist da schon' , weiter ,  
018 schnell lies [deutet mit der Hand, weiter zu lesen]  
019 NMäd1: gib ein großes Stück Eis ins Wasser und markiere mit dem o , Stift  
020 Lehrer: Overheadstift heißt das  
021 NMäd1: /ja (..) Over  
022 Lehrer: /Overheadstift  
023 NMäd1: Overheadstift , die Wasserfüllhöhe , lies nach dem Schmelzen des Eises  
024 erneut die F , Füllhöhe ab  
025 Lehrer: also , wir geben in eines +das zweite Becherglas braucht ihr erst ein  
026 bisschen später , eines von den beiden Bechergläsern da steht drauf ein  
027 Viertelliter [zeigt das Becherglas der Klasse] zweihundertfünfzig Milliliter  
028 wird zur Hälfte mit Wasser gefüllt' , wenn du willst kannst du das schon  
029 tun , bei den Dreien [fordert eine Schülerin dazu auf das heiße Wasser auf  
030 drei Gruppen aufzuteilen]  
031 das zur Hälfte mit heißem Wasser [erklärt der Schülerin noch einmal]

Dieser Ausschnitt ist vom Sprachanteil her sehr lehrerdominiert (vgl. Kapitel 2.1.2) und spiegelt in etwa den gesamten Stundenverlauf in Hinblick auf die Verteilung der

Redeanteile wieder. Beim Lesen wird die sprachlich schwache Schülerin unter Druck gesetzt (017,018) und weiß stellenweise nicht, ob sie nun weiter lesen soll oder nicht. Wenn der Lehrer zwischendurch etwas erzählt, ist sie verunsichert und hört zum Lesen auf. Das wirkt sich auf das Lesetraining und den Sprachfluss kontraproduktiv aus. Geduld seitens der Lehrkraft ist notwendig, um die Schüler/innen nicht zu stark unter Druck zu setzen (vgl. Leisen, 2005b, S. 21). Alles was der Lehrer erzählt, präsentiert er auch mit den Händen (zeigt das entsprechende Material der Klasse), so dass sprachlich schwächere Schüler/innen trotzdem folgen können, denn die Schüler/innen dieser Klasse sind es nicht gewöhnt mit Texten selbstständig zu arbeiten und ihr Wortschatz ist sehr begrenzt (vgl. Gespräche mit den Lehrkräften, 4.2.2).

### Szene B2(HS,58)

Obwohl eine sprachlich sehr simpel aufgebaute Arbeitsanweisung an die Schüler/innen ausgeteilt wurde (s. Anhang A6), gibt der Physiklehrer den Schüler/innen jedoch nicht die Gelegenheit sich den Text (auch sprachlich) zu erarbeiten. Der Physiklehrer leitet das Geschehen, für Wortmeldungen seitens der Schüler/innen bleibt nur wenig „Platz“:

- 090 Lehrer: jetzt nehmts ihr dieses Gefäß mit dieser Aluminiumfolie' , ok' , stellts es in  
091 in die Mitte bitte (..) ihr kriegt jetzt noch , steht das da [ein Schüler liest am  
092 Arbeitsblatt]  
093 so , ich schütt euch jetzt Wasser hinein allerdings , da steht auf dem Zettel  
094 ein Zentimeter unter der Schale , schau einmal [zeigt auf einen Schüler]  
095 hab ich glaub ich gschriebm  
096 NBub: ja  
097 Lehrer: ungefähr

Der Lehrer bevorzugt es die Aufgabenstellungen gemeinsam zu erarbeiten. Dadurch wird der Arbeitsfortschritt einzelner Gruppen gehemmt, wie die folgende kurze Szene zeigt. Auf der anderen Seite bietet sich den Schüler/innen auf diese Weise die Gelegenheit die Fachsprache passiv (durch zuhören) zu erleben. Passive sprachliche Fähigkeiten sind von großer Bedeutung, denn: „ohne ein entsprechendes Verstehensrepertoire gelingt die Aneignung des „Stoffes“ nicht, den der Unterricht Anbietet“ (Gogolin/Neumann/Roth, 2005, S. 12).

- 294 NBub2: sollen wir jetzt noch zwei weitre Minuten' [zum Lehrer]  
295 Lehrer: wenn alle das haben sonst hamma Chaos  
296 NBub2: aha (Name?) dann drück auf Stopp <1 sec> [zu NBub4]

Gerade um derartige hemmende Situationen zu verhindern, würde sich das selbstständige Arbeiten mit Texten (Arbeitsanweisungen) anbieten, was die Schüler/innen sprachlich fördern und zugleich mehr Individualisierung ermöglichen würde:

Analyse der inhaltlichen Ebene der sprachlichen Aktivitäten der Schüler/innen
---

Bemerkung: Die Schüler/innen sind sehr still und ihre Wortmeldungen sind eher wortkarg (s. auch Kapitel 2.1.2). Zum Teil wird das auch an der Anwesenheit der Kamera und der hospitierenden Lehrerin des MINA-Teams liegen, hauptsächlich jedoch an der schlechten Sprachbeherrschung (in diesem Fall sogar die schlechte Beherrschung der Alltagssprache). Im Gegensatz zu den bisher betrachteten Klassen, in denen die Schüler/innen zumindest gute Kenntnisse der Umgangssprache besaßen, bezogen sich die Gruppengespräche in der HS Klasse durchwegs darauf was gerade passierte (keine themenfernen Gespräche).

### **Szene B3(HS,59)**

Die Schüler/innengruppe erhält die Arbeitsanleitung (s. Anhang A6) für das zweite Experiment und unterhält sich mit einer Mitschülerin über die bevorstehende Aufgabe.

- 165 NMäd2: ach so , was messen wir da oder was' , Zeit in Minuten , Temperatur in  
166 Grad (...)  
167 NMäd1: /also wir müssen das Wasser glaub ich , da  
168 NMäd2: /das da messn , ja eh , wir müssen messen (...)  
169 wa , bis warten  
170 Lehrer: so , wenn jeder den Zettel hat erkläre ich das ganz kurz

Nachdem die Gruppe (drei Mädchen, ein Bursch) den Arbeitszettel erhalten hat, entwickelt sich eine kurze Unterhaltung zwischen zwei Mädchen dieser Gruppe. Obwohl diese Interaktion sehr brüchig erscheint (s. Kapitel 2.1.2), machen sich die Mädchen Gedanken zum bevorstehenden Versuch. In diesem Fall versuchen die Schülerinnen das Diagramm (s. Anhang A6) zu „entschlüsseln“.

Doch diese bereichernde Wirkung der „Gruppenarbeit“ (gegenseitiges Ergänzen würde das Verständnis und auch den Lernprozess begünstigen) kann sich nicht weiter entfalten, da sie vom Physiklehrer vorzeitig unterbrochen wird (170). Entgegen der Behauptung des Lehrers (s. Seite 91), die Schüler/innen könnten Texte nicht lesen und Fragen nicht beantworten, zeigt sich in dieser und in der nächsten Szene

dass die Kinder sehr wohl das Potenzial haben sprachlich mit Texten gefördert und gefordert zu werden.

### **Szene B4(HS,60)**

Zwei Mädchen unterhalten sich über das Resultat des Schmelzversuchs.

- 586 NMäd4: da ist es ja geschmolzen [zeigt auf die Bechergläser] und hier schmilzt es ja  
587 auch , hi hier ist es nicht gestiegen [Eisberg] hier aber schon [Gletscher]  
588 NMäd5: es ist gestiegen  
589 NMäd4: wo' wo  
590 NMäd5: du , schau es war hier [zeigt mit dem Finger] dann weißt eh wie wir dieses  
591 Eisberg reingeschüttet haben  
592 NMäd4: ja wo wir markiert haben [zeigt hin]  
593 NMäd5: wo der Eisberg da war  
594 NMäd4: und hier' [zeigt auf das Becherglas mit dem Gletscher]

Obwohl sich das Gespräch der beiden Mädchen nicht auf den konkreten physikalischen Inhalt des Versuchs bezieht, erkennt man aus diesem Ausschnitt das Potenzial der Schülerinnen im Physikunterricht sprachlich aktiv zu sein.

Es ist darauf zu achten, dass sowohl die passiven als auch die aktiven sprachlichen Fähigkeiten gefördert werden: Gemeinsam mit den passiven haben die aktiven sprachlichen Fähigkeiten einen wesentlichen Einfluss auf die Chancen und auf den Erfolg der Schüler/innen mit Migrationshintergrund im Laufe der Schulkarriere (vgl. Gogolin/Neumann/Roth, 2005, S. 12).

Durch gezielte Fragen seitens der Lehrkraft (etwa: Warum kam es zu diesen unterschiedlichen Ergebnissen?) könnte das Gespräch auf den physikalischen Inhalt gelenkt werden, auch wenn dabei nicht unbedingt die korrekte physikalische Begründung herauskäme. Stattdessen übernahm der Physiklehrer das Wort und „erklärte“ den Schüler/innen, den physikalischen Hintergrund.

Die Physikstunde scheint inhaltlich überladen zu sein, sodass für inhaltsbezogene Spracharbeit kaum Zeit bleibt (vgl. dazu Leisen, 2005b, S. 21-22). Zweckmäßiger wäre es womöglich den Abkühlungsversuch (s. Anhang A6) auszulassen und die Zeit dazu zu verwenden den physikalischen Hintergrund und die Konsequenz des Schmelzversuchs sprachintensiv und sprachfördernd zu erkunden. Dabei wären Begriffe wie Auftrieb und Dichte zu klären. Oder umgekehrt den Fokus auf den Abkühlungsversuch zu richten und mehr Möglichkeiten zur Spracharbeit rund um den physikalischen Begriff der Wärmekapazität zu bieten.

### Szene B5(HS,61)

Eine reine Burschengruppe beim Messen der Temperatur des abkühlenden Wassers:

253 NBub2: he (Name) du musstest es drinnen lassen damit du si , siehst wie viel  
254 Temperatur nach vier Minuten ist  
...  
257 müsste das jetzt nicht drinnen sein [zum Lehrer, zeigt auf das  
258 Thermometer] weil eh  
259 Lehrer: was'  
260 NBub2: das [zeigt noch einmal auf das Thermometer]

Wie bereits in den zuvor analysierten Physikstunden beobachtet, meidet auch dieser Bursche die Nennung des gerade verwendeten Messgeräts (Thermometer). Die Äußerung in Zeile 253 „wie viel Temperatur ... ist“ (statt: wie hoch) deutet womöglich auf eine durch die Umgangssprache bedingte Fehlvorstellung des Schülers vom Begriff der Temperatur hin (oder bestärkt diese zumindest) aber auch auf eine sprachliche Unfähigkeit zwischen „hoch“ und „viel“ zu differenzieren.

Der Temperatur selbst wird hier ein Mengencharakter zugeschrieben, obwohl die Temperatur viel mehr ein Maß für die Wärme ist. Diese Schwierigkeit, die Begriffe der Temperatur und Wärme zu trennen, könnte auf die umgangssprachliche (synonyme) Verwendung dieser Begriffe zurückgeführt werden (vgl. Wiesner/Stengl, 2007, S. 84).

#### 4.1.5 Videoanalyse – Gruppe B (BHS)

##### Allgemeine Informationen

Schultyp: BHS <sup>70</sup>	Anzahl der Schüler/innen (m/w): 24 (0/24)
Schulstufe: 9	Anteil der S/S mit MH (%): 13
Datum: 17.05.2008	Aufgezeichnete Einheiten: 2
Verwendetes Arbeitsmaterial:	Anhang A7

##### Stundenablauf

Das Thema der Doppelstunde war Wärmetransport/Wärmeströmung (anhand des Kamineffekts), Versuchsanleitung und Aufgabenstellungen s. Anhang A7. Begleitend

<sup>70</sup> Damit die Anonymität der Lehrkraft und der Schule gewahrt bleibt, wird die BHS nicht näher spezifiziert.

wurde in dieser Klasse ebenfalls ein Schmelzexperiment durchgeführt, bei dem die unterschiedlichen Folgen des Schmelzens eines Eisberges bzw. eines Gletschers sichtbar gemacht werden sollten.

**Wissenscheck** (7 min, Einzelarbeit, s. S. 105)

**Erarbeitung** (4 min, Klassenunterricht, fragend-entwickelnd)

Als Einstieg ins Thema wurde der Kaprununfall besprochen. Die Schülerinnen erhielten die Arbeitsunterlagen (s. Anhang A7). (Szene: B6(BHS,63))

**Experiment** (35 min, Gruppenarbeit, Unterhaltung-Austausch)

Anhand der Anleitung wurde der für den Versuch benötigte Versuchsaufbau vorbereitet (Bastelphase) und anschließend die Versuche durchgeführt. Aus Zeitgründen wurde Seite 4 der Arbeitsanleitung ausgelassen.

**Besprechung I** (5 min, Klassenunterricht, Schüler/innengespräch)

Die Schülerinnen versammelten sich im vorderen Bereich des Klassenzimmers, wo zwei Aquarien standen. Die unterschiedlichen Konsequenzen des Schmelzvorgangs von Eisbergen und Gletschern wurden demonstriert. (Szene: B7(BHS,63))

**Auswertung** (10 min, Gruppenarbeit, Unterhaltung-Austausch)

Fragen (s. Anhang A7, S. XII) zum durchgeführten Versuch wurden in Gruppen schriftlich ausgearbeitet. (Szene: B8(BHS,65))

**Besprechung II** (10 min, Klassenunterricht, Schüler/innengespräch)

Der Kamineffekt-Versuch wurde im Plenum besprochen. Zudem wurden die Relevanz und die Möglichkeiten des Umgangs mit Sprachproblemen von Kindern mit Migrationshintergrund im Kindergarten thematisiert. (Szene: B9(BHS,64))

Allgemeine Bemerkungen
------------------------

Bei der BHS Klasse handelte es sich um eine reine Mädchenklasse. Drei der insgesamt 24 Schülerinnen hatten einen Migrationshintergrund. Sprachprobleme waren bei diesen Schülerinnen nicht zu beobachten. Den Großteil der aufgezeichneten Stunde stellte die Bastelarbeit in Gruppen dar. Dabei wurde viel „Smalltalk“ (fern ab

vom physikalischen Inhalt) geführt, also nur die sprachliche Kompetenz im engeren Sinn gefördert (s. Kapitel 2.1.1).

Analyse der inhaltlichen Ebene und der sprachlichen Aktivitäten der Lehrkraft
---

### Szene B6(BHS,63)

Nachdem die Schülerinnen den Zeitungsartikel (s. Anhang A7, S. IX) zum Kaprununfall gelesen haben, stellt die Lehrerin eine Frage zum Text.

- 035 Lehrerin: welche Menschen haben denn da überlebt [ein Mädchen zeigt sofort auf  
036 und wird drangenommen]  
037 NMäd1: die runter gerannt sind  
038 Lehrerin: ja , die in Richtung Feuer gelaufen sind +was natürlich jetzt eine große  
039 Überwindung darstellt eh genau in Richtung eh jener jenes Ereignisses zu  
040 laufen was ja , der eigenen Wahrnehmung aus die Gefahr auslöst' , aber  
041 aber alle anderen die eben den Weg nach oben genommen haben wurden  
042 dann Opfer eh einer furchtbaren Rauchgasvergiftung , ja' und das hat jetzt  
043 mit dem Kamineffekt zu tun , den wir auch im Experiment , dann  
044 allerdings in einer netteren Variante behandeln werden , [Schülerin h] ja'  
045 [nimmt die Schülerin dran]  
046 NMäd2: aber , eh i also die die zum Feuer rennen die verbrennen ja alle

Die von der Lehrerin gestellte Frage ist zwar nicht bedeutungslos, lenkt jedoch die Aufmerksamkeit der Schülerinnen vom physikalischen Hintergrund des Unfalls ab. In den Vordergrund rückt das Schicksal der betroffenen Menschen, wie auch der Äußerung des zweiten Mädchens (046) entnommen werden kann. Der Hinweis der Lehrerin (042.043) auf die Physik scheint somit nicht erkannt worden zu sein.

Durch gezieltes Nachfragen (etwa: Warum haben ausgerechnet jene Menschen überlebt?) würden die Schülerinnen eher mit dem physikalischen Inhalt konfrontiert werden können.

### Szene B7(BHS,63)

Die Schülerinnen versammeln sich um die zwei Aquarien herum, um die unterschiedlichen Effekte des Schmelzens eines Eisbergs und eines sich an Land befindenden Eisbrockens zu erkennen.

- 630 Lehrerin: +wie gesagt man müsste da noch nachhelfen mit diesem Schmelzvorgang  
631 aber das war vorher alles im Trockenen [meint die Kontinente] , und was  
632 seht ihr jetzt' [eine Schülerin geht weg]  
633 NN: es schwimmt [mehrere Schülerinnen gleichzeitig]  
634 Lehrerin: zumindest die Küstengebiete wären dann unter Wasser , wenn das

- 635 Polareis , abschmilzt , und da' ,  
636 NMäd: und hier , da war auch Eis drin'  
637 Lehrerin: da +war drin Eis , ist es übergegangen'  
638 NN: nein [mehrere Schülerinnen gleichzeitig]  
639 Lehrerin: na eben , schwimmender Eisberg macht nichts aus , wenn er schmilzt.  
640 [die Schülerinnen beginnen wegzugehen]  
641 Lehrerin: /aber auf dem Festland befindliches Eis [zeigt hin, einige Schülerinnen  
642 bleiben dennoch und fragen nach]  
634 NMäd7: /aber warum schwi , warum geht das nicht  
635 /über' [lächelt die Lehrerin an]  
636 NMäd8: /über'  
637 Lehrerin: womit hat denn das zutun' , warum kann Eis überhaupt schwimmen' (...)  
638 NMäd7: weil es leichter ist [NMäd7 und NMäd8 schauen einander an]  
639 Lehrerin: weil es weniger dicht ist , +wenn ihr sagt leichter meint ihr die Dichte ja'  
640 NMäd7: ja [inzwischen stehen nur noch vier Mädchen da und hören zu]  
641 Lehrerin: die Dichte von Eis ist paradoxerweise kleiner als die vom flüssigen Wasser  
642 drum kanns schwimmen  
643 NMäd7: ja  
644 Lehrerin: und beim Schmelzen wird die Dichte größer und darum hat das alles Platz

Zunächst sind die Schülerinnen daran interessiert was passiert ist und hören den Erklärungen der Lehrerin zu. Auf die gestellte Frage in Zeile 632 antworten alle Schülerinnen mit „es schwimmt“ (meinen damit wahrscheinlich den gebastelten Kontinent). Sie haben also nicht erkannt, dass die Wasserhöhe gestiegen ist. Die Lehrerin geht auf diese Kollektivantwort nicht ein (fragt nicht nach, was die Schülerinnen mit „es schwimmt“ gemeint haben könnten), sondern erklärt, was tatsächlich passiert ist (634).

Den Schülerinnen werden dadurch wenig Freiräume gegeben (Mit der Aussage in 639 z.B. wird das Gespräch sozusagen eingedämmt, keine offenen Fragen an die Schülerinnen weitergeleitet), dadurch kann keine Diskussion entstehen. Viele Schülerinnen geben sich mit den Erklärungen der Lehrerin zufrieden und gehen auf ihre Plätze zurück. Einige Mädchen fordern jedoch mehr Informationen und haben keine Hemmungen Fragen zu stellen.

Bei der Erklärung (644) wird nur oberflächlich auf den physikalischen Sachverhalt eingegangen, der physikalische Inhalt geht somit verloren (s. dazu auch die Auswertung des Wissenschecks).

Analyse der inhaltlichen Ebene und der sprachlichen Aktivitäten der Schüler/innen
---

### Szene B8(BHS,65)

Nach der Durchführung der Versuche werden die Beobachtungen niedergeschrieben. (NMäd5 hat einen Migrationshintergrund)

705 NMäd5: ok , was haben wir beobachtet'  
701 NMäd6: was haben wir beobachtet. , Rauch ist aus dem  
702 NMäd4: Ding [fährt mit der Hand nach oben] ausgeraucht  
703 NMäd6: gestiegen  
704 NMäd5: /ja  
705 NMäd4: /Rauch ist aus dem [die Mädchen notieren den Satz] (...)  
706 gestiegen , genau'

Die Schülerinnen meiden das Wort „Kamin“, obwohl der „Kamin-Effekt“ das zentrale Thema dieser Stunde ist. Der Trend zur Meidung von neuen (fachspezifischen) Bezeichnung scheint sich atlerstufen- und schultypübergreifend sowohl bei Schüler/innen mit und ohne Migrationshintergrund, bei sprachlich guten, schwächeren und schwachen Schüler/innen beobachten zu lassen.

Womöglich liegt es auch in diesem Fall daran, dass das Gruppengespräch in der (Jugend-) Umgangssprache stattfindet, die für die sprachlichen Interaktionen „bequemer“ zu sein scheint. Das Wort „Kamin“ oder gar „Kamin-Effekt“ passt außerdem vielleicht nicht in diese Jugendsprache, wird eventuell als „uncool“ eingestuft und durch das Jugendmodewort „Ding“ ersetzt.

### Szene B9(BHS,65)

Die Beobachtungen (zum Kamin-Effekt) werden im Plenum besprochen.

800 NMäd1: also die heiße Luft steigt nach oben' , aha' , und deswegen , also die Kerze  
801 +steht unter dem Rauchfang [gestikuliert mit den Händen] und deswegen  
802 steigt die heiße Luft durch den Rauchfang' und die heiße Luft , also der  
803 Rauch , die heiße Luft , reißt den Rauch sozusagen durch das Ding  
804 [gestikuliert mit den Händen] weiter Richtung Rauchfang

Abgesehen davon, dass auch diese Schülerin den Kamin mit „Ding“ benennt, fällt in dieser Szene die fehlende Vorstellung von „Rauch“ auf. Der Rauch wird zunächst mit der heißen Luft gleich gesetzt, später als eine separate Substanz (womöglich nicht gasförmige) betrachtet, die von der aufsteigenden, heißen Luft „mitgerissen“ werden

muss, um durch den Kamin zu steigen. Dieser Äußerung ist weiters zu entnehmen, dass die Schülerin der „Rauchsubstanz“ selbst keine hohe Temperatur zuschreibt. Die Lehrkraft ging auf dieses Verständnisproblem nicht ein. Der zu Beginn der Stunde gelesene Zeitungsartikel (s. Anhang A7, S. IX) enthielt den Ausdruck „Rauchgas“, die Physiklehrerin erwähnte auch „Rauchgasvergiftung“. Die Thematisierung dieser Begriffe würde sich in diesem Fall anbieten, um die Vorstellung vom Rauch richtigzustellen.

#### **4.1.6. Zusammenfassung der Videoanalysen – Gruppe B**

In der Gruppe B unterrichteten die beiden Lehrkräfte, abgesehen von der unterschiedlichen Schulstufe, in zwei verschiedenen sprachlichen Welten. Während in der BHS Klasse keine sprachlichen Mängel (abgesehen vom Vermeiden des Begriffs „Kamin“) beobachtet werden konnten, verhielt es sich in der HS genau anders. Die Assistenzlehrerinnen mussten die Schüler/innen intensiv betreuen. Die inhaltlichen Themenschwerpunkte unterschieden sich zum Teil. Während in der BHS Klasse die Wärmeströmung am Beispiel des Kamineffekts behandelt wurde, stand in der HS die Bestimmung der Temperaturkurve des Abkühlungsvorgangs von Wasser im Vordergrund. In beiden Klassen wurde die Problematik der schmelzenden Landeismassen (Klimaänderung) behandelt. Nicht außer Acht gelassen werden darf auch der unterschiedliche ökosoziale Hintergrund der Schüler/innen beider Klassen. Nach Auskunft des Physiklehrers der HS Klasse stammen die Kinder überwiegend aus unteren sozialen Schichten.

Trotz der auseinanderdriftenden Sprachkompetenzen der Klassen und abgesehen vom Altersunterschied der Schüler/innen (HS: 7. Schulstufe, BHS: 9. Schulstufe) konnten Parallelen in Hinblick auf die sprachlichen Aktivitäten der Schüler/innen beobachtet werden. So neigten die Schüler/innen beider Klassen dazu fachspezifische Begriffe in ihren sprachlichen Interaktionen zu meiden. Dieser Trend scheint alterstufen- und schultypübergreifend zu sein und lässt sich sowohl bei Schüler/innen mit als auch ohne Migrationshintergrund, bei sprachlich guten, schwächeren und schwachen Schüler/innen beobachten. Womöglich liegt es auch in diesem Fall daran, dass das Gruppengespräch in der (Jugend-) Umgangssprache stattfindet, die für die sprachlichen Interaktionen „bequemer“ zu sein scheint und die Verwendung dieser neuen Begriffe wird eventuell als „uncool“ eingestuft (B5(HS,61), B8(BHS,65)).

Die Analyse der Gruppenphasen deutete erneut darauf hin, dass in den Gruppen selten über die konkreten physikalischen Inhalte gesprochen wird. Doch nicht nur Gesprächsinhalte während der Gruppenphasen, sondern auch Klassengespräche fern ab vom physikalischen Inhalt können durch ungünstige Fragestellungen seitens der Lehrkräfte ungewollt begünstigt werden. Durch gezielte Fragen könnten die Gespräche stärker auf den physikalischen Inhalt gelenkt werden (B6(BHS,63)).

Die weitere Analyse der sprachlichen Interaktionen in der BHS Klasse zeigte von der Lehrkraft nicht wahrgenommene Sprachimpulse auf, die auf Verständnisprobleme und Fehlvorstellungen hindeuten. Etwa in Szene B7(BHS,63), wo die Physiklehrerin eine Kollektivantwort der Schülerinnen so interpretiert, dass die Schülerinnen den Zweck eines durchgeführten Versuchs nicht erkannt bzw. nicht verstanden haben. Die Lehrerin geht auf diese Kollektivantwort nicht ein, sondern erklärt daraufhin nur oberflächlich den physikalischen Sachverhalt. Der physikalische Inhalt des Versuchs ging verloren. In der Szene B9(BHS,64) hingegen, geht aus der Äußerung einer Schülerin hervor, dass sie eine Fehlvorstellung von Rauch hat, aufgrund der sie Rauch zunächst mit heißer Luft (also mit Gas) gleichsetzt.

Nun zu den Analyseergebnissen in Hinblick auf die besondere Situation der sprachlich schwachen Schüler/innen der HS. Die Physikstunde schien inhaltlich überladen zu sein, sodass für inhaltsbezogene Spracharbeit kaum Zeit blieb (vgl. auch Leisen, 2005b, S. 21). Zweckmäßiger wäre es womöglich einen der beiden Versuche (s. Anhang A6) auszulassen und die Zeit dazu zu verwenden den physikalischen Hintergrund einer dieser Versuche und dessen Konsequenz bzw. Bedeutung sprachintensiv zu erkunden (B4(HS,60)).

Die Physikstunde war vom Sprachanteil her betrachtet sehr lehrerdominiert. Der Lehrer bevorzugt das „gemeinsame“ Erarbeiten der Aufgabenstellungen, wodurch der Individualitätscharakter und die bereichernde Wirkung der Gruppenarbeit weitgehend verloren gingen. Die sprachdominante und lehrerzentrierte Unterrichtsführung gab den Schüler/innen nicht die Chance zum selbstständigen Arbeiten mit Texten (Arbeitsanweisungen), was eine inhaltsbezogene Spracharbeit und zugleich mehr Individualisierung ermöglicht hätte (B1(HS,57), B2(HS,58)).

Entgegen der Behauptung des Lehrers zeigte sich bei einigen Schüler/innen sehr wohl das Potenzial mit Texten gefördert und gefordert werden zu können (B2(HS,58), B3(HS,59)).

#### 4.1.7 Videoanalyse – Gruppe C (HS)

##### Allgemeine Informationen

Schultyp: Hauptschule	Anzahl der Schüler/innen (m/w):	20 (10/10)
Schulstufe: 7	Anteil der S/S mit MH (%):	35
Datum: 08.05.2008	Aufgezeichnete Einheiten:	3
Verwendetes Arbeitsmaterial:	Anhang A8	

##### Stundenablauf

Das Thema der drei Unterrichtseinheiten waren die Zustandsformen des Wassers.

##### **Einstieg** (5 min, Klassenunterricht, fragend-entwickelnd)

Die Lehrerin stellte das Thema der Stunde vor, erklärte den Verlauf und notierte das Wesentliche an der Tafel. Die drei Zustandsformen des Wassers und damit verbundene Begriffe wurden wiederholt. (Szene: C1(HS,69))

##### **Wissenscheck** (8 min, Einzelarbeit, s. S. 108)

##### **Gruppenarbeit I** (20 min, Gruppenunterricht, Unterhaltung-Austausch)

Die Schüler/innengruppen hatten die Aufgabe Kärtchen (s. Anhang A8, S. XIII) zum Thema Zustandsformen und Zustandsänderungen des Wassers auszuschneiden und in eine sinnvolle Struktur zu bringen.

##### **Präsentation** (15 min, Klassenunterricht, fragend-entwickelnd, Präsentieren)

Die einzelnen Gruppen präsentieren den Mitschüler/innen ihre Lösung (Struktur der Kärtchen). (Szenen: C2(HS,70), C3(HS,71), C4(HS,72))

##### **Gruppenarbeit II** (35 min, Gruppenarbeit, Unterhaltung-Austausch)

Die Schüler/innen bekamen den Auftrag, eigene Versuche zur Demonstration der Zustandsänderungen und der unterschiedlichen Zustandsformen zu entwickeln und niederzuschreiben bzw. den Versuchsaufbau aufzuzeichnen. Unterstützende Materialien s. Anhang A8, S. XIV<sup>71</sup>. (Szene: C5(HS,73), C6(HS,73))

<sup>71</sup> Die im Anhang beigefügte Materialliste wurde von der Lehrerin nachträglich händisch überarbeitet und alle Geräte mit dem zugehörigen Artikel versehen.

**Präsentation** (25 min, Klassenunterricht, Präsentationen)

Jede Gruppe stellte ihren Versuchsvorschlag der Klasse vor. Nach Abschluss der Präsentationen wurden etwaige Vor- und Nachteile der einzelnen Versuchsvorschläge diskutiert und die Klasse wählte den interessantesten Versuch aus, der anschließend durchgeführt wurde. (Szene: C7(HS,73))

**Durchführung eines Experiments** (10 min, Gruppenarbeit, Schüler/innengespr.)

Das ausgewählte Experiment wurde mit Unterstützung der Lehrerin durchgeführt.

Allgemeine Bemerkungen

Die beobachtete Hauptschulklasse bestand aus insgesamt 20 Schüler/innen, sieben davon hatten einen Migrationshintergrund. Die sprachlichen Fähigkeiten dieser Schüler/innengruppe waren sehr unterschiedlich. Die Schüler/innen arbeiteten in geschlechtlich homogenen Gruppen. Besonders bei den Burschen ist aufgefallen, dass sie ihre Gruppenpartner oder Sitznachbarn teilweise auch nach sprachlichen Aspekten wählten (auch hier wurden sprachlich homogene Konstellationen bevorzugt).

Analyse der inhaltlichen Ebene und der sprachlichen Aktivitäten der Lehrkraft

**Szene C1(HS,69)**

Die Zustandsformen des Wassers wurden wiederholt. (NBub2 hat einen Migrationshintergrund)

- 049 Lehrerin: wie wird aus dem Feststoff Eis Wasser , Wasserdampf , da muss was  
050 passieren. [nimmt einen aufz. Schüler dran]  
051 NBub1: durch ehm Hitze ahm Abgabe und Hitze zu ehm Wärmezunahme  
052 Lehrerin: genau , und wie nennt man das dass aus dem Feststoff Flüssigkeit und  
053 dann ein Gas wird' [nimmt einen aufzeigenden Burschen dran]  
054 NBub2: von fest zu flüssig ist Schmelzen  
055 Lehrerin: ja  
056 NBub2: bei flüssig zu zu Gas ist Verdampfen  
057 NN: Verdunsten [einige Schüler/innen]

Eis wird durch „Wärmezunahme“ zu Wasser und anschließend zu Wasserdampf (051). Die Lehrerin akzeptiert diese Antwort und geht nicht mehr weiter darauf ein. Dabei könnte diese Äußerung auf eine Fehlvorstellung (thermische Isolation, vgl. Duit, 2007b, S. 197) hindeuten. „Wärmezunahme“ könnte ein Hinweis darauf sein,

dass dem Schüler die Kenntnis von der thermischen Interaktion mit der Umgebung fehlt. Abgesehen von der alltagssprachlichen Interferenz (Hitze als Synonym für Wärme) spricht der Schüler einmal von Hitzeabgabe, ein andermal von Wärmezunahme, was seine Unsicherheit verdeutlicht.

Um möglichen Fehlvorstellungen vorzubeugen bzw. bereits vorhandene Fehlvorstellungen aufzuklären sollte gerade im Rahmen eines sprachsensiblen Physikunterrichts auf solche Sprachimpulse reagiert werden. Eine bessere Antwort wäre „durch Wärmezufuhr“, die eine thermische Interaktion des betrachteten Stoffes mit der Umgebung impliziert.

Im weiteren Verlauf fallen weitere inhaltliche Unsicherheiten des Schülers mit Migrationshintergrund in der Art der Formulierung seiner Äußerungen auf (054,056). Den Phasenübergang vom flüssigen in den gasförmigen Aggregatzustand benennt ein Schüler mit „Verdampfen“, viele Schüler/innen meinen dagegen dieser Phasenübergang würde „Verdunsten“ genannt.

Eine weitere allgemein übliche Verständnisschwierigkeit macht sich hier bemerkbar. Einerseits ist dies womöglich auf die Ähnlichkeit der Wörter im Wortlaut zurückzuführen, andererseits auf das Nichtverstehen der jeweils dahinterstehenden Prozesse. Denn sowohl beim Verdampfen als auch beim Verdunsten geht Wasser vom flüssigen in den gasförmigen Zustand über<sup>72</sup>. Die Schüler/innen (057) meinten es hingegen eher ausschließend (s. dazu auch die Auswertung des Wissenschecks). Der Unterschied zwischen den beiden Prozessen wurde von der Lehrerin anschließend thematisiert.

### **Szene C2(HS,70)**

Dem Festkörper Eis wird die Eigenschaft „kaum zusammendrückbar“ zugeschrieben. Die Problematik wird von der Lehrerin aufgegriffen.

- 600 Lehrerin: kaum zusammendrückbar , sind da alle der gleichen Meinung' , oder gibts  
601 da Unterschiede (..) kann man Eis zusammendrücken  
602 NBub6: ja wenns nicht so fest ist  
603 NMäd1: ja wenn mans in der Hand hält schmilzt es

---

<sup>72</sup> Allgemeine physikalische Bedeutung: Übergang eines Stoffes in den gasförmigen Zustand. Speziell beim Wasser sagen wir „Verdampfen“, wenn die Wassertemperatur schon in der Nähe der Siedetemperatur ist, so dass der Übergang in den Gaszustand recht heftig vor sich geht. Zwischen Verdunsten und Verdampfen besteht also beim Wasser nur ein gradueller Unterschied (Berge, Otto Ernst. Dampf, Dunst, Gas, Verdunsten und Verdampfen. In: *Professionalisierung des Lehrerhandelns im Unterricht der Grundschule am Beispiel des Sachunterrichts: Donnerwetter! Das Thema Wetter in der Schule.* IPN. URL: <http://www.ipn.uni-kiel.de/projekte/quiss-prosa/pdf/Wetter.pdf> [14.01.2009])

- 604 Lehrerin: dann schmilzt es , ist Schmelzen Zusammendrücken'  
605 NN: nein [mehrere Schüler/innen gleichzeitig]

Für Verständnisprobleme sorgte die unterschiedliche Kompressibilität der einzelnen Zustandsformen des Wassers. Diese Verwirrung könnte ihren Ursprung einerseits in der Sprache haben, ausgelöst durch die Ähnlichkeit der Wörter wie zerdrücken und eindrücken. Denn Eis kann man in der Hand zerdrücken, wenn das Eis nicht so fest ist (602), das heißt, wenn also nur stark genug zusammengedrückt wird.

Auch ein Mädchen (603) ist der Meinung, Eis sei zusammendrückbar und begründet dies mit einer Alltagserfahrung: Wenn man Eis in der Hand zusammendrückt, so wird es flüssig, es wird weniger.

In beiden Fällen handelt es sich um eine Fehlvorstellung von der Kompressibilität von Stoffen, die in den Vorstellungen dieser Schüler/innen mit der Verformbarkeit (Änderung der Form ohne zwingende Volumenänderung) verwechselt wird. Die Lehrerin geht den Fehlvorstellungen anschließend nach.

Analyse der inhaltlichen Ebene und der sprachlichen Aktivitäten der Schüler/innen
---

### **Szene C3(HS,71)**

Ein Schüler beschreibt den gasförmigen Zustand von Wasser.

- 740 NBub10: es hat keine Form  
741 Lehrerin: warum hat der Wasserdampf keine Form  
742 NBub10: weil man ihn nicht verformen kann  
743 NBub6: weil er nicht sichtbar ist [schreit heraus]

Diesmal steht die Verformbarkeit eines Stoffes (die vorhin mit der Kompressibilität assoziiert wurde) im Zentrum der Aufmerksamkeit. Zu Recht schreibt der Schüler (740) dem gasförmigen Zustand des Wassers keine Form zu, seine Begründung jedoch (742), „weil man Wasserdampf nicht verformen kann“, ist falsch.

Der Schüler hat offensichtlich eine andere Vorstellung vom Begriff „Form“ und dem Vorgang des „Verformens“, die durch die Alltagserfahrung geprägt zu sein scheint. Der Wasserdampf kann nicht verformt werden, da er etwa mit den Händen nicht greifbar ist.

Ein zweiter Schüler teilt die Meinung, dass der Wasserdampf nicht verformbar ist, begründet sie jedoch mit der Unsichtbarkeit des Wasserdampfes. Etwas, was nicht sichtbar ist, kann nicht verformt werden.

Beide Schüler verknüpfen die Verformbarkeit mit greifbaren und sichtbaren Prozessen der Formveränderung. Es hat keinen Sinn sich über die Verformbarkeit zu unterhalten, wenn die Gesprächspartner eine unterschiedliche Vorstellung davon haben. Den Schüler/innen muss klar werden, dass mit „zusammendrückbar“ eine Veränderung (Verkleinerung) des Volumens und nicht der Form (Begrenzungsflächen) gemeint ist. Die Lehrerin hat diese Fehlvorstellung aufgegriffen und versucht sie mit dem Teilchenmodell zu klären, s. nächste Szene.

### **Szene C4(HS,72)**

Ein Schüler mit Migrationshintergrund erklärt die Zusammendrückbarkeit der verschiedenen Aggregatzustände von Wasser anhand des Teilchenmodells.

- 781 Lehrerin: kannst du das an den Teilchenbildern erklären , wieso kann  
782 ich zum Beispiel das Gas gut zusammendrücken , die Flüssigkeit  
783 ein bisschen und da geht überhaupt nix [zeigt auf den Festkörper]  
785 NBub11: <2 sec> [spricht sehr leise und unverständlich, die Lehrerin fordert ihn auf  
786 lauter zu sprechen, NBub11 soll die Zusammendrückbarkeit des Gases  
787 erklären]  
788 da sind die Teilchen zu ei zu nahe aneinander [zeigt auf den abgebildeten  
789 Luftballon, in dem die Teilchen chaotisch verteilt dargestellt werden]  
790 Lehrerin: zu nahe aneinander oder meinst du zu weit auseinander  
791 NBub11: zu weit [spricht sehr leise]

Der sprachlich schwächere Schüler spricht sehr leise und undeutlich und ist sich bei der Aussprache des Wortes „aneinander“ unsicher (788). Der Schüler hat das Teilchenmodell womöglich nicht ganz verstanden, denn erst durch die Suggestivfrage der Lehrerin (790) sagt der Schüler das, was die Lehrerin „hören“ will.

Vielleicht haben auch andere Schüler/innen dieses abstrakte Modell nicht verstanden und werden sich eventuell nicht bereit „erklären“ ihre (durch konkrete Erfahrungen und Überzeugungen aus dem Alltag geprägte) Fehlvorstellungen von der Verformbarkeit zu hinterfragen und umzudeuten. Zudem darf nicht vergessen werden, dass Schüler/innenvorstellungen sehr resistent sein können (vgl. Driver/Guesne/Tiberghien, 2002, S. 3). Das heißt sie können sich den neuen „Spielregeln“ (Teilchenmodell) anpassen ohne dabei ihre Vorstellungen adäquat verändert zu haben.

### Szene C5(HS,73)

Zweite Einheit: Die Schülergruppe arbeitet an einem Versuchsvorschlag.

091“NBub12: schau wir nehman so wos [meint den Dreifuss] oiso und stelln a Glas hi  
092 oiso so wos [zeigt auf das Becherglas] , nochha tamma des verdompfn ,  
093 lossma des in a Röhre , tamma wieder bissi mit so an (..)  
...  
099 und donn tamma afoch a a Glasl nehma (..) nochher  
100 tamma des erhizn (..) [schaut auf die Materialliste] so a Reagenzglas  
101 erhitzn (..) nochher tamma des Gonze in a Eis eini dass des hoart wird

Obwohl eine Liste mit zu Verfügung stehenden Laborgeräten (s. Anhang A8, S. XIV) die Schüler bei der Planung des Versuchs (in dem alle drei Zustandsformen des Wassers vorkommen sollen) unterstützen soll, meidet der Schüler die fachspezifischen Bezeichnungen der Geräte im Gespräch mit seinem Gruppenpartner. In Zeile 100 verwendet der Schüler erstmals die Bezeichnung Reagenzglas, statt wie bisher einfach das Wort „Glas“. In Zeile 101 will er seinem Mitschüler mit „*dass des hoart wird*“ sagen, dass das Wasser erstarren sollte.

### Szene C6(HS,73)

Die Schüler machen sich aus, wer was präsentieren wird.

470 NBub13: du redest das Meiste , ich sag was wir brauchen du redest des  
471 : du kannst deine Schrift besser lesen , ok' (Name)  
472 : ich sag was wir brauchen [deutet hin]

Der Schüler mit Migrationshintergrund will unbedingt verhindern, dass er beim Präsentieren vor der Klasse viel sagen muss und macht seinem Gruppenpartner (einem „einheimischen“ Burschen) den Vorschlag, dass er sich auf die Aufzählung der benötigten Materialien beschränkt.

### Szene C7(HS,73)

Eine sprachlich schwächere Schülerin mit Migrationshintergrund präsentiert ihren Vorschlag zur Versuchsdurchführung.

735 NMäd4: also wir haben den , Glas (..) Becher [liest] mit , also Eiswürfel reinetan' ,  
736 dann auf ein [liest] (..) ein Dreifuss hingstellt und darunter eine Dra , ein  
737 Drahtnetz dann hama einen Brenner unter hingstell und haben das Eis  
738 geschmiltzt [einige Schüler/innen lachen] ehm geschmolzen

Diese Szene verdeutlicht die sprachliche Unsicherheit der Schülerin. Bis zu einem gewissen Grad war ihre sprachliche Unsicherheit durch die Anwesenheit der Kamera bedingt. Besondere Schwierigkeiten hat die Schülerin mit dem „Einbau“ der Fachbegriffe in ihre Äußerungen. Möglicherweise verunsichert sie auch die Angst von den Mitschüler/innen ausgelacht zu werden.

#### 4.1.8 Videoanalyse – Gruppe C (IGW)

##### Allgemeine Informationen

Schultyp:	Islamisches Gymnasium	Anzahl der Schüler/innen (m/w):	17 (7/10)
Schulstufe:	7	Anteil der S/S mit MH (%):	100
Datum:	28.05.2008	Aufgezeichnete Einheiten:	1
Verwendetes Arbeitsmaterial:	Anhang A8		

##### Stundenablauf

Das Ziel der Unterrichtseinheit war die Wiederholung der Zustandsformen des Wassers. Die Ergebnisse wurden anschließend von einer Gruppe an der Tafel präsentiert und von der gesamten Klasse auf etwaige Fehler untersucht und gegebenenfalls durch Ausdiskutieren korrigiert.

##### **Einstieg** (1 min, Klassenunterricht, Lehrervortrag)

Der Lehrer stimmte die Schüler/innen auf die Thematik und den Ablauf der Stunde ein.

##### **Wissenscheck** (7 min, Einzelarbeit, s. S. 112)

##### **Gruppenarbeit** (25 min, Gruppenarbeit, Unterhaltung-Austausch)

Die Schüler/innen erhielten Arbeitsunterlagen (s. A8). Analog zum vorhin analysierten Unterricht in der Hauptschule hatten die Schüler/innen die Aufgabe Kärtchen in eine Struktur zu bringen. (Szenen: C8(IGW,75), C9(IGW,76))

**Besprechung** (12 min, Klassenunterricht, Schüler/innengespräch, Präsentation)

Die als erste fertig gewordene Gruppe präsentierte ihre Lösung. Gemeinsam mit dem Lehrer wurden die Schwachpunkte der von der Gruppe vorgeschlagenen Kärtchenanordnung besprochen. (Szenen: C10(IGW,77), C11(IGW,78))

Allgemeine Bemerkungen

In der 17 Schüler/innen zählenden Klasse des Islamischen Gymnasiums, lag der Anteil der Schüler/innen mit Migrationshintergrund bei 100 %. Neben Deutsch sprachen die Schüler/innen entweder Türkisch oder Arabisch.

Analyse der inhaltlichen Ebene und der sprachlichen Interaktionen der Lehrkraft

Den überwiegenden Teil der analysierten Physikstunde machte die Gruppenarbeit aus. Der Sprachanteil des Lehrers während der Physikstunde war klein und beschränkte sich im Wesentlichen auf Impulssetzung in der Besprechung der Arbeitsergebnisse der Gruppenphasen.

Analyse der inhaltlichen Ebene und der sprachlichen Interaktionen der Schüler/innen

**Szene C8(IGW,75)**

Die Gruppe versuchte die ausgeschnittenen Kärtchen in eine sinnvolle Ordnung zu bringen.

- 123 NBub2: [gestikuliert mit der Hand] Erstarren is Schmelzen <~>  
124 NMäd1: nein nein [gestikuliert mit den Händen] das kannst du nicht <1 sec>  
125 NBub2: oh jo <~> [zu NMäd1]  
126 NBub1: <~>  
127 NBub2: <~>  
128 NMäd1: Verdunsten [schien sehr aufgeregt zu sein]  
129 NBub2: Verdunsten und Verdampfen <~>

Die Schüler weichen oft in ihre Muttersprache aus, trotzdem werden die fachspezifischen Ausdrücke auf Deutsch genannt. Das wird womöglich wiederum daran liegen, dass die Schüler diese Begriffe in ihrer Muttersprache nicht kennen. Das Mädchen hingegen wechselt die Sprache nicht, sie spricht durchwegs deutsch.

Im letzten Teil des Gesprächs wird über den Übergang vom flüssigen in den gasförmigen Zustand diskutiert. Auf den von den Schüler/innen zu strukturierenden Kärt-

chen (s. Anhang A8, S. XIII) befindet sich ein Pfeil mit der Beschriftung „verdampfen“.

Das Ausbleiben des Begriffs „verdunsten“ irritiert die Schüler/innen möglicherweise, da der Phasenübergang im Alltag üblicherweise mit Verdunsten bezeichnet wird.<sup>73</sup>

### Szene C9(IGW,76)

Gruppengespräch zur Frage, welcher Aggregatzustand des Wassers kompressibel ist:

- 244 NBub1: man kann Luft eindrücken', also gasförmig [deutet mit den Händen]  
245 /man kann Luft zusammendrücken, Wasser auch  
246 NMäd1: /nein weil mans nicht, nicht greifen  
247 kann [deutet mit den Händen]  
248 NBub1: und feste Körper auch  
249 NMäd1: nein [drückt eine Schere zusammen und zeigt es den Burschen]  
250 NBub2: /feste Körper kann man, ja [deuten mit den Händen]  
251 NBub1: /sicher mit Press Dings Bums [deutet]

Bereits während der Gruppenphase tauchte das Problem der Zusammendrückbarkeit auf. Der Schüler (244) spricht vom „Eindrücken“, wenn er die Kompressibilität der Luft (des Wasserdampfes), des flüssigen Wassers und der Festkörper (248), in diesem Fall von Eis meint.

Das heißt, in seiner Vorstellung wird „Zusammendrücken“ mit einer „Formveränderung“ und nicht mit der „Volumenänderung“ assoziiert. Diese Fehlvorstellung führt dazu, dass der Schüler sowohl Gase als auch Flüssigkeiten für komprimierbar hält, was tatsächlich jedoch nicht der Fall ist.

Das Mädchen (246) meint hingegen, flüssiges und gasförmiges Wasser ließen sich nicht zusammendrücken, weil man diese Stoffe gar nicht greifen könne.

Das heißt auch im Fall der Schülerin wird das Fehlen der abstrakten Vorstellung von der Zusammendrückbarkeit im Sinne von Volumenverkleinerung deutlich. Viel mehr bezieht sie sich in ihrer Argumentationsweise auf Alltagserfahrungen (Was ist mit der Hand gut greifbar, was nicht?). So versucht sie gegen die Meinung des Mitschülers,

---

<sup>73</sup> In der Physik und in der Alltagssprache meinen wir mit diesem Begriff den relativ langsamen Übergang Wasser [...] Weil die Fachsprache historisch gewachsen ist und die Begriffe teilweise zu Zeiten entstanden, als man die zugehörige Physik noch nicht verstand, ist die Fachsprache leider oft verwirrend und unlogisch. [...] „Dampf“ [hingegen ist] eine spezielle Art von Gas. Man spricht von Dampf, wenn der betreffende Stoff sich bezüglich der Temperatur und des Drucks in der Nähe der Verflüssigung befindet. [...] Am bekanntesten ist der Wasserdampf, also unsichtbares Wasser im gasförmigen Zustand. [...] In der Alltagssprache bedeutet „Dampf“ etwas Sichtbares. Physikalisch handelt es sich um Nebel aus feinen Wassertröpfchen. (Berge, Otto Ernst. Dampf, Dunst, Gas, Verdunsten und Verdampfen. In: *Professionalisierung des Lehrerhandelns im Unterricht der Grundschule am Beispiel des Sachunterrichts: Donnerwetter! Das Thema Wetter in der Schule*. IPN. URL: <http://www.ipn.uni-kiel.de/projekte/quiss-prosa/pdf/Wetter.pdf> [14.01.2009])

der meint Festkörper seien zusammendrückbar, damit zu argumentieren, indem sie versucht eine Schere mit der Hand zusammenzudrücken, um ihn vom Gegenteil zu überzeugen.

Auch der zweite Schüler dieser Gruppe ist mit seinem Mitschüler einer Meinung, was die Zusammendrückbarkeit von Festkörpern betrifft (250) und geht auf das Gegenbeispiel des Mädchens nicht ein. Ganz im Gegenteil versucht einer der Schüler (251) das Argument des Mädchens zu entkräften, indem er darauf hinweist, dass man die Schere zwar nicht mit den Händen dafür aber mit entsprechender technischer Ausrüstung (Presse) sehr wohl zusammendrücken (im Sinne des Schülers also verformen) könnte.

Dass die Schüler/innengruppe zu keinem Konsens auf dem Weg des Aushandelns kommen kann, liegt in den divergenten Vorstellungen von der Kompressibilität. Diese Divergenz der Vorstellungen sorgt allerdings für eine sprachintensive Auseinandersetzung mit dem Inhalt.

Das Kuriose an dieser Situation ist, dass die Schülerin bei einer schriftlichen Wissensüberprüfung die Zusammendrückbarkeit der Aggregatzustände des Wassers richtig charakterisieren würde, obwohl sie eine völlig falsche Vorstellung dazu hat.

### **Szene C10(IGW,77)**

Ein Schüler präsentierte das Ergebnis seiner Gruppe an der Tafel.

380	NBub3:	das Wasser es ist flüssig , es hat ne veränderbare
381		Form , die Temperatur ist von hundert von null bis hundert Grad , Celsius
382		es ist zusammendrückbar man kanns erstarren +verdampfen erwärmen
383		und (abkühlen?) (..) gasförmig , ein Gas ist gasförmig , hat keine Form
384		es ist hoch die Temperatur ist höher als hundert Grad , es ist nicht
385		zusammendrückbar weils keine Form hat man kanns kondensieren und
386		abkühlen

Der Schüler beschreibt den flüssigen Zustand des Wassers sehr ausführlich und inhaltlich korrekt, bis auf die Zusammendrückbarkeit des (flüssigen) Wassers. Seiner Äußerung entsprechend verbindet der Schüler die Kompressibilität mit einer Formveränderung, statt einer Veränderung des Volumens des betrachteten Stoffes.

### Szene C11(IGW,78)

Nachdem die erste Gruppe ihren Lösungsvorschlag vorgestellt hat, regt der Lehrer eine Diskussion an, in der die anderen Schüler/innen nun Verbesserungsvorschläge vorbringen bzw. etwaige Fehler in der präsentierten Struktur aufzeigen sollen.

- 414 NBub6: Herr Professor , für mich wäre es gut wenn man für Gas kaum  
415 zusammendrückbar geben würde und für fest zusammendrückbar und  
416 für Wasser nicht zusammendrückbar  
...  
426 NBub5: nein Eis kann man zusammendrücken [deutet mit den Händen] aber es  
427 geht dann kaputt , Wasser kann man nicht zusammendrücken  
427 Lehrer: Gas kann man nicht zusammendrücken'  
...  
500 NMäd2: es kommt drauf an wie [meint wie zusammengedrückt wird] wie man  
501 : es zusammendrückt , wenn man es mit den Händen macht dann ist  
502 dann stimmt die Reihenfolge nicht , wenn man es mit der Flasche machen  
503 : würde'

Ähnlich wie in der HS Klasse tauchen bei der Frage nach der Kompressibilität des Wassers in den verschiedenen Zustandsformen Verständnisprobleme auf. Einige dieser Verständnisschwierigkeiten sind wiederum darauf zurückzuführen, dass unter „zusammendrücken“ nicht alle Schüler/innen das Gleiche verstehen.

Der Schüler (erster Absatz) hält Wasser und Gas für nicht zusammendrückbar, weil ihm das Wasser und das Gas zwischen den Fingern „durchrutschen“ würden. Unter „zusammendrücken“ versteht er „mit den Händen zusammendrücken“. Im zweiten Absatz hingegen assoziiert der Schüler „zusammendrücken“ mit dem Effekt der Formveränderung (also viel mehr mit „zerdrücken“ oder „eindrücken“) indem er darauf hinweist, Eis sei zusammendrückbar, wobei es „kaputt“ geht. Das Mädchen (dritter Absatz) bringt es schließlich auf den Punkt, es kommt darauf an, wie man etwas zusammendrückt.

Der Lehrer erkannte das Verständnisproblem, hielt sich jedoch zurück und ließ die Schüler/innen weiter argumentieren. Doch selbst nach dem richtungweisenden Beitrag der Schülerin ging die Diskussion weiter, viele Schüler/innen waren weiterhin der Meinung, eine mit Wasser oder Eis gefüllte Flasche könnte man zusammendrücken. Erst nach der Durchführung eines Versuchs (eine mit Luft und anschließend eine mit Wasser gefüllte, zugeschraubte Flasche wurde zusammengedrückt) änderten sich die Meinungen der Schüler, denn plötzlich rückte die Volumenänderung als Folge vom Zusammendrücken in den Mittelpunkt.

#### **4.1.9 Zusammenfassung der Videoanalysen – Gruppe C**

Auch in der Gruppe C stand eine IG Klasse mit 100%igem Anteil von Schüler/innen mit Migrationshintergrund einer gemischten, niederösterreichischen HS Klasse gegenüber. Die beobachtete Hauptschulklasse bestand aus insgesamt 20 Schüler/innen, sieben davon hatten einen Migrationshintergrund. Die sprachlichen Fähigkeiten dieser Schüler/innengruppe waren sehr unterschiedlich. Die Schüler/innen arbeiteten in geschlechtlich homogenen Gruppen. Besonders bei den Burschen ist aufgefallen, dass sie ihre Gruppenpartner oder Sitznachbarn teilweise auch nach sprachlichen Aspekten wählten (auch hier wurden sprachlich homogene Konstellationen bevorzugt). In der 17 Schüler/innen zählenden Klasse des Islamischen Gymnasiums, lag der Anteil der Schüler/innen mit Migrationshintergrund bei 100 %. Neben Deutsch sprachen die Schüler/innen entweder Türkisch oder Arabisch.

In beiden Klassen konnten Parallelen beobachtet werden, was Verständnisprobleme und Fehlvorstellungen anbelangt: Für Verständnisprobleme sorgte insbesondere der Begriff der Kompressibilität bezüglich der einzelnen Zustandsformen des Wassers. Diese Verwirrung könnte ihren Ursprung einerseits in der Sprache haben, ausgelöst durch die Interferenz ähnlicher Wörter (wie zerdrücken, eindrücken und zusammendrücken) auf der semantischen Ebene, andererseits aufgrund der Fehlvorstellung von der Kompressibilität von Stoffen, die in den Vorstellungen dieser Schüler/innen mit der Verformbarkeit verwechselt wird. Das heißt in ihren Vorstellungen wird „Zusammendrücken“ mit einer „Formveränderung“ und nicht mit der „Volumenänderung“ assoziiert. Diese Fehlvorstellung führt dazu, dass die Schüler/innen sowohl Gase als auch Flüssigkeiten für komprimierbar halten, was tatsächlich jedoch nicht der Fall ist. Die Verformbarkeit wird mit greifbaren und sichtbaren Prozessen der Formveränderungen verknüpft. Den Schüler/innen ist nicht klar, dass mit „zusammendrückbar“ eine Veränderung (Verkleinerung) des Volumens und nicht der Form (Begrenzungsflächen) gemeint ist. Einige Schüler/innen halten Wasser und Gas somit für nicht zusammendrückbar, weil ihnen das Wasser und das Gas zwischen den Fingern „durchrutschen“ würde. Auch der Begriff der Verformbarkeit eines Stoffes sorgte für Verständnisschwierigkeiten. So kann der Wasserdampf etwa nicht verformt werden, da er etwa mit den Händen nicht greifbar ist oder weil er unsichtbar ist (C2(HS,70), C3(HS,71), C9(IGW,76), C10(IGW,77), C11(IGW,78)).

Das Kuriose an der Sache ist, dass selbst bei einer schriftlichen Wissensüberprüfung die Zusammendrückbarkeit der Aggregatzustände diese Fehlvorstellungen unentdeckt bleiben könnten, wenn nicht explizit nach einer Begründung gefragt wird (C9(IGW,76)).

Auch wenn den Schüler/innen ein physikalisches Modell angeboten wird, das ihr Verständnis unterstützen soll, „erklären“ sie sich eventuell nicht bereit ihre (durch konkrete Erfahrungen und Überzeugungen aus dem Alltag geprägte) Fehlvorstellungen von der Verformbarkeit zu hinterfragen und umzudeuten. Zudem darf nicht vergessen werden, dass Schüler/innenvorstellungen sehr resistent sein können. Das heißt sie können sich den neuen „Spielregeln“ (Teilchenmodell) anpassen ohne dabei ihre Vorstellungen adäquat verändert zu haben (C4(HS,72)).

Auch die beiden Begriffe „Verdunsten“ und „Verdampfen“ sorgten für Diskussionen (C1(HS,69), C8(IGW,75)).

Auf der sprachlichen Ebene ist in der HS aufgefallen, dass trotz einer Liste mit zu Verfügung stehenden Laborgeräten (s. Anhang A8, S. XIV) die fachspezifischen Bezeichnungen der Geräte gemieden werden. Sprachlich schwächere Schüler/innen mit Migrationshintergrund versuchen das freie Sprechen vor der Klasse zu meiden (C5(HS,73), C6(HS,73)).

Diese Szene C7(HS,73) verdeutlicht die sprachliche Unsicherheit der Schülerin mit Migrationshintergrund. Besondere Schwierigkeiten hat die Schülerin damit Sätze mit den neuen Fachbegriffen zu formulieren.

In der IGW Klasse hingegen ist aufgefallen, dass die Schüler/innen trotz des oftmaligen Ausweichens in ihre Muttersprache fachspezifische Ausdrücke auf Deutsch nennen. Das wird womöglich wiederum daran liegen, dass die Schüler/innen diese Begriffe in ihrer Muttersprache nicht kennen (C8(IGW,75)).

## **4.2 Perspektive der Lehrer/innen und Schüler/innen**

Ergänzend zu den Videoanalysen wurden Gespräche mit den MINA Lehrkräften und mit Schüler/innen der Klassen, in denen der Physikunterricht videografiert wurde, geführt. Dadurch sollte die Perspektive der Lehrkräfte und der Schüler/innen den Ergebnissen der Videoanalyse gegenübergestellt werden.

#### 4.2.1 Gespräche mit den Schüler/innen<sup>74</sup>

Jeweils nach dem Unterricht wurden einigen Schüler/innen im Rahmen eines Gruppeninterviews ein paar Fragen zur vorhin erlebten Physikstunde und allgemeine Fragen zum Physikunterricht gestellt. Die Schüler/innengruppen bestanden aus drei bis fünf Schüler/innen, an den Gesprächen nahmen sowohl Schüler/innen mit als auch ohne Migrationshintergrund teil. Anzumerken ist, dass fast alle an den Gesprächen Beteiligten ungern ihre persönlichen Probleme mit der Sprache preisgaben und meist behaupteten, überhaupt keine sprachlichen oder inhaltsbezogenen Schwierigkeiten in dem von mir beobachteten Physikunterricht gehabt zu haben. Tatsächlich waren unter den befragten Schüler/innen auch solche dabei, die zwar einen Migrationshintergrund<sup>75</sup> hatten, die Umgangssprache jedoch sehr gut beherrschten. Trotzdem ist es bei der Analyse der geführten Gespräche gelungen Hinweise auf besondere Problemfelder herauszufiltern, als auch Bestätigungen für einige der im Rahmen der Videoanalyse beobachteten Schwierigkeiten zu finden. Diese werden im Folgenden vorgestellt.

##### Von den Schüler/innen genannte Verständnisprobleme

Probleme mit den Arbeitsmaterialien:

Die in den verschiedenen Physikeinheiten verwendeten, von den MINA Lehrkräften entwickelten Unterrichtsmaterialien wurden von den meisten Schüler/innen als verständlich und klar eingestuft. Während der Gespräche bestätigte sich, dass einige Schüler/innen Verständnisprobleme bei den von den Lehrkräften der Gruppe A (BRG und IGW, jeweils 10. Schulstufe) verwendeten Arbeitsmaterialien hatten (s. Anhang A5, S. XIV):

*Warte bis das Thermometer ungefähr 80 °C anzeigt.  
Die Temperatur beträgt T = \_\_\_\_\_ °C.*

ohne Migrationshintergrund (BRG):

NBub: Also es steht also warte bis es ungefähr achtzig anzeigt und dann soll man hinschreiben welche Temperatur es beträgt. Da denk ich mir, dass achtzig ist achtzig.

---

<sup>74</sup> Aufgrund des geringen Stichprobenumfangs können hier keine statistisch signifikanten Aussagen gemacht werden. Das Ziel dieser Untersuchung ist viel mehr die Gewinnung einiger, für die Gestaltung eines auf die Bedürfnisse der Schüler/innen mit Migrationshintergrund besser abgestimmten Physikunterrichts, relevanter Hinweise.

<sup>75</sup> Bei einigen kam nur ein Elternteil aus dem Ausland, zuhause wurde hauptsächlich Deutsch gesprochen.

mit Migrationshintergrund (IGW):

- NMäd1: Die Temperatur beträgt achtzig Grad und wie viel beträgt die Temperatur  
NMäd2: Im Grunde genommen ist das zwei Mal dasselbe und es kommt dasselbe raus

Die Aussage des Schülers der BRG Klasse deckt sich mit den Ergebnissen der Videoanalyse. In Szene A5(BRG,43) wurde dieses Verständnisproblem genauer analysiert. Doch nicht nur „einheimische“ Schüler/innen schienen Verständnisprobleme mit dieser Arbeitsanweisung zu haben, wie die Äußerungen der beiden Mädchen der IGW Klasse zeigen. Die Schüler/innen scheinen die hinter dieser Formulierung steckende Information nicht erkannt bzw. nicht verstanden zu haben. Die Formulierung der Arbeitsanweisung deutet auf die Problematik der Messgenauigkeit hin. Die Ungenauigkeit betrifft einerseits klarerweise das Thermometer selbst, auf der anderen Seite wäre es notwendig den Wasserkocher kurz vor dem Erreichen dieser Temperatur abzuschalten (Heizspirale heizt kurz nach), um das Wasser möglichst genau auf 80 °C zu erwärmen. Eine Thematisierung dieser Problematik hätte Verständnisproblemen genannter Art vorbeugen können.

Ein weiteres Verständnisproblem stellte die folgende Arbeitsanweisung dar, die auf dem Arbeitsblatt der Gruppe A zu finden ist (s. Anhang A5, S. V):

*Die Differenz der Temperatur beträgt  $\Delta T =$  \_\_\_\_\_ °C.*

mit Migrationshintergrund (IGW):

- NBub: Zum Beispiel Temperaturdifferenz, wie war das gemeint jetzt zum Beispiel, wenn das Wasser jetzt nicht also bei zwanzig Grad ganz normal ist und dann erwärmt wird? Diese diese Differenz war gemeint oder also...

Diese Rückmeldung des Schülers deutet auf inhaltliche Verständnisprobleme hin. Der Schüler hat offensichtlich den Zweck des Versuchs (Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität von Wasser) und die Idee der Versuchsdurchführung nicht verstanden. Die entsprechende Problemsituation konnte in Szene A6(BRG,43) beobachtet werden. Schüler/innen des IGW nannten dieses Problem nicht.

Weiters gab eine Schülerin des IGW zu, Probleme mit der Bedienungsanleitung des Energiemessgeräts (s. Anhang A 5, S. VII) gehabt zu haben<sup>76</sup>:

---

<sup>76</sup> Was nicht unbedingt auf eine mangelnde Textkompetenz der Schülerin hindeuten muss, denn Bedienungsanleitungen sind gewöhnlich für jedermann „schwer“ zu lesen.

NMäd: Ja diese Beschreibung war schon kompliziert, da stand nicht, wie man es wieder auf null kriegt.

Probleme das „Wesentliche“ zu erkennen:

Auf die Frage „Kannst du in eigenen Worten zusammenfassen, was du in der heutigen Stunde gemacht hast? Worum ist es heute gegangen?“ kamen von (sprachlich schwächeren) Schüler/innen mit Migrationshintergrund der HS Klasse folgende Antworten:

ohne Migrationshintergrund:

NBub (HS): Wir haben gesehen, dass Eis schwimmen kann oder nicht.

mit Migrationshintergrund:

NMäd1 (HS): Wir haben gelernt über Temperatur

NMäd2 (HS): Wie man Temperatur abliest oder wie man stoppt.

Diese Antworten der Schüler/innen der HS Klasse weisen darauf hin, dass die Schüler/innen den physikalischen Inhalt nicht erkannt haben. So sagt der Schüler, er habe gesehen, dass Eis schwimmen könne oder nicht. Das Ziel der entsprechenden im Unterricht durchgeführten Versuche (s. Anhang A6) war jedoch ein anderes. Die Schüler/innen sollten den Unterschied zwischen dem Abschmelzen von im Wasser schwimmenden Eisbergen und sich am Land befindenden Eismassen (Gletscher, Südpolareis) erkennen.

Dies könnte einen Hinweis darauf geben, dass die Physikstunde inhaltlich überladen war. Zweckmäßiger wäre es womöglich den Abkühlungsversuch (s. Anhang A6, S. IX) auszulassen und die Zeit dazu zu verwenden den physikalischen Hintergrund und die Konsequenz des Schmelzversuchs sprachintensiv zu erkunden. Dabei wären Begriffe wie Auftrieb und Dichte zu klären oder den Fokus auf den Abkühlungsversuch zu richten und mehr Möglichkeiten zur Spracharbeit rund um den physikalischen Inhalt zu geben, auch wenn dabei nicht unbedingt die korrekte physikalische Begründung herauskäme. Stattdessen „erklärte“ der Physiklehrer den Schüler/innen den physikalischen Hintergrund. (s. dazu etwa Szene B4(HS,60).

In anderen Klassen hatten die Schüler/innen den in den Stunden präsentierten physikalischen Inhalt (mehr oder weniger) erfasst.

### Vorgehensweise von Schüler/innen mit Migrationshintergrund bei sprachbedingten Verständnisproblemen

Bei Verständnisproblemen eines Satzes oder eines Wortes, wird in erster Linie versucht die Bedeutung bzw. den Sinn aus dem Kontext oder Satzzusammenhang zu

erschließen. Kann das Verständnisproblem auf diese Weise nicht „behoben“ werden, so (gaben die befragten Schüler/innen an) wird die Lehrkraft gefragt, wenn das Problem nicht „untereinander“ geklärt werden kann. Gegenseitiges Erklären findet sowohl in Deutsch als auch in der jeweiligen Muttersprache statt, wobei Deutsch bevorzugt wird. In die Muttersprache wird meist dann ausgewichen, wenn die Schüler/innen Schwierigkeiten haben sich auf Deutsch mitzuteilen oder aber auch dann, wenn im Gespräch Emotionen mitschwingen (C8(IGW,75)).

mit Migrationshintergrund:

NMäd2 (HS): Auf Deutsch manchmal auch in Muttersprache.

I: Und warum?

NMäd2 (HS): Wenn wir es nicht erklären können, dann auf unsere Sprache.

NMäd1 (HS): Ja, wenn wir es nicht erklären können zum Beispiel manche Kinder können es nicht so gut auf Deutsch erklären, dann erklären sie es auf ihrer Muttersprache also wenn die Person deine Muttersprache kann.

...

NMäd2 (IGW): Also, wenn nur türkische Mädchen oder Jungs in einer Gruppe sind, kommt halt schon, manchmal, dass sie sich. Zum Beispiel, wenn sie sich was erklären und die kapierten es immer noch nicht, dann fangen sie an, so richtig zu debattieren halt in Türkisch.

...

NMäd (HS): Also, wenn ich zum Beispiel ein Wort nicht verstehe und das kroatische Wort kenne, dann frage ich sie [eine Mitschülerin] und sie kann es mir vielleicht erklären.

### Vorgehensweise der Lehrkräfte bei sprachlichen Misserfolgen der Schüler/innen mit Migrationshintergrund

Sprachliche Fehler in Wort und Schrift werden laut Aussagen der Schüler/innen nur selten von den Lehrkräften korrigiert und wenn, dann nur schwere Fehler. Dabei gaben die Schüler/innen an, beim Lesen korrigiert zu werden. Sprachliche Fehler (Grammatik, Orthographie) werden bei schriftlichen Leistungen (Tests, Wiederholungen) meist nur kollektiv abgehandelt.

NBub (HS): Ja, ich lese nicht immer vor, aber wenn man liest dann schon.

NMäd1 (IGW): Er erwähnt das schon kurz, er sagt halt das die Fehler vorgefallen sind.

NMäd2 (IGW): Also wenn es schwere Fehler sind, dann schon.

### Sprachliche Probleme und deren Konsequenzen auf die Unterrichtspartizipation und Auswirkungen auf Lernstrategien

Angst sprachliche Fehler beim Fragenstellen oder Antworten zu machen, wird einerseits von möglichen unangenehmen Reaktionen seitens der Mitschüler/innen ausgelöst, andererseits durch die Unsicherheit physikalische Begriffe oder Inhalte nicht richtig verbal zu beschreiben und korrekte Äußerungen formulieren zu können.

- NMäd4 (HS): Dass, wenn ich was falsch sage, dass mich die anderen Schüler auslachen.  
Einen Satz zusammenfassen, so mit den physikalischen Wörtern und so.  
NBub (HS): Dass ich die Sprache nicht richtig formulieren kann.

Szene C7(HS,73) zeigt genau die Situation, die die Schülerin (NMäd4) hier nennt. Den Schüler/innen multikultureller/multilingualer Klassen sollte bewusst gemacht werden, dass einige ihrer Mitschüler/innen nicht nur eine sondern zwei Sprachen sprechen und dass sie sich in einer schwierigen Situation befinden, die die Unterstützung der sprachlich stärkeren Schüler/innen erfordert. Viele „einheimische“ Schüler/innen sind sich dieser Tatsache nicht bewusst. Die Lehrkräfte (Physiklehrkräfte) sollten die besondere Situation der Schüler/innen mit Migrationshintergrund thematisieren und für entsprechende Rahmenbedingungen (gegenseitiges Verständnis) im Physikunterricht sorgen.

Sprachlich schwächere Schüler/innen mit Migrationshintergrund bevorzugen das Auswendiglernen von physikalischen Inhalten, um zusätzlichen sprachlichen Problemen (Formulierung der Antworten auf Fragen seitens der Lehrkräfte) auszuweichen.

mit Migrationshintergrund:

NMäd (IGW): Manche, die sich wirklich schwer tun mit Deutsch, tun schon auswendig lernen.

...

NMäd2 (HS): Bei mir kommt es darauf an, wenn ich jetzt den Satz selber formulieren kann, dann würde ich ihn selber machen aber sonst ich auch besser beim also auswendig lernen.

Aber auch eine sprachlich gute Schülerin merkte an lieber auswendig zu lernen, wobei in diesem Fall das Auswendiglernen eher von der inhaltlichen Seite her „motiviert“ zu sein scheint:

ohne Migrationshintergrund:

NMäd (BRG): Ich lerne lieber auswendig, weil ich dann sicher bin, wenn mich wer fragt.  
Zum Beispiel bei einer Wiederholung oder so.

I: Sprachlich und inhaltlich?

NMäd (BRG): Ja, da bin ich mir sicherer.

Die meisten an den Gesprächen teilnehmenden Schüler/innen lehnten es eher ab, im Physikunterricht Aufgabenstellungen in ihrer jeweiligen Muttersprache erhalten zu wollen. Dabei argumentierten die Schüler/innen damit, viele der Fachausdrücke in ihrer Muttersprache nicht zu kennen, was wiederum keinen unterstützenden Effekt

hätte, wenn es um Verständnisprobleme geht. Argumentiert wurde jedoch auch mit den mangelnden Kenntnissen der Muttersprache.

Viele der sprachlich schwachen Schüler/innen mit Migrationshintergrund scheinen sowohl Defizite im Deutschen als auch in ihrer Muttersprache zu haben<sup>77</sup>. Die Muttersprache wird oft nur auf allgemeinsprachlichem Niveau beherrscht, da sie von den Kindern und Jugendlichen (besonders von denjenigen, die in Österreich geboren wurden) nie systematisch (schulisch) gelernt wurde (vgl. de Cillia, 2008, S. 3-5).

mit Migrationshintergrund:

NMäd1 (HS): Nein, weil zum Beispiel bei uns ist es, sind die Wörter anders. Von den Wörtern verstehe ich nicht so viel als bei Deutsch.

NMäd2 (HS): Ich würde da nix verstehen.

...

NMäd1 (HS): Nein, eigentlich nicht, weil ich finde jetzt bin ich in Österreich geboren und eigentlich verstehe ich mehr Deutsch als die Muttersprache.

...

NBub (HS): Für die Neuen.(neu zugewanderten Kinder und Jugendlichen)

Tatsächlich konnte in den Szenen A11(IGW,49) und C8(IGW,75)) beobachtet werden, dass viele der Schüler/innen mit Migrationshintergrund die Fachausdrücke in ihrer Muttersprache nicht kennen. Deshalb werden diese Begriffe auch in Gesprächen, die in der Muttersprache stattfinden, auf Deutsch genannt. Dies hat wiederum zur Folge, dass die Schüler/innen auf diese Weise nicht auf die nächste Sprachebene (Fachsprache) kommen, da die deutschen Begriffe in diesem Fall grammatikalische „Fremdkörper“ in der Muttersprache darstellen. Die Aufforderung in den Gruppengesprächen bewusst auf Deutsch miteinander zu interagieren, könnte die sprachliche Entwicklung der betroffenen Schüler/innengruppe begünstigen.

Jedoch meinten einige der befragten (sprachlich stärkeren) Schüler/innen mit Migrationshintergrund, am Kennenlernen spezifischer, physikalischer Begriffe in ihrer zweiten Sprache grundsätzlich interessiert zu sein. Dabei sehen sie darin eher keinen Vorteil, wenn es darum geht, dem Physikunterricht besser folgen zu können oder Physik leichter lernen zu können:

NMäd1 (IGW): Das wäre schon interessant, wenn man jetzt die speziellen Wörter die nicht im Alltag, Alltagsgebrauch sind, dass man die schon, das andere Wort in Türkisch, Arabisch, in diversen Sprachen halt.

I: Wäre das hilfreich in eurem Fall?

---

<sup>77</sup> Es gibt mehrere (Transfer-) Hypothesen was die gegenseitige Beeinflussung der Erst- und der Zweitsprache beim Sprachlernen angeht, auf die hier nicht näher eingegangen wird: Die Interdependenzhypothese, die Schwellenhypothese (eine Spezifizierung der erstgenannten) und die Transferhypothese.

NMäd1 (IGW): Nicht so sehr, aber wenn man es jemand erklären muss der die Sprache [Deutsch] nicht kann.

...

NBub (IGW): Man würde wissen, was das heißt. Zum Beispiel, wenn die Mutter das nicht kann und man weiß wie das heißt, dann könnte man das der Mutter halt oder dem Vater auf diese Sprache sagen und er würde es dann verstehen und uns dann wieder erklären, wenn man Fragen hat.

Die angebotenen Sprachhilfen der Lehrerin der Gruppe C (s. Anhang A8, S. XV) wurden von den Schüler/innen verwendet. Besonders bei der Wahl der Zeiten (insbesondere der Umgang mit Verben) hatten die sprachlich schwächeren Schüler/innen Schwierigkeiten und griffen deswegen gerne zu den Sprachhilfen.

mit Migrationshintergrund:

NMäd (HS): Zum Beispiel mit den Zeiten, also dass man erst zum Beispiel zuerst hinschreiben soll, damit man sich dann auskennen kann. Ich habe eigentlich alle [Sprachhilfen] verwendet.

NBub (HS): Wir', die Zeiten und die Tätigkeiten haben wir verwendet.

Aber auch die Artikel scheinen den Schüler/innen Probleme zu machen, obwohl sie selber anderer Meinung sind, was das betrifft:

mit Migrationshintergrund:

NBub (HS): Die Artikel sind nicht so schwierig.

I: Welchen Artikel hat Stativ?

NBub (HS): Sicher das Stativ, oder der Stativ? Der Stativ.

Auch in Szene C7(HS,73) konnte ebenfalls die Unsicherheit einer Schülerin mit Migrationshintergrund beobachtet werden, was die Wahl des richtigen Artikels angeht. Besonders problematisch erscheinen dabei fachspezifische Begriffe oder Gerätebezeichnungen, die im Alltag kaum verwendet werden.

#### **4.2.2 Gespräche mit den Lehrkräften**

##### Gespräch mit den Lehrkräften der Gruppe A

Während in der BRG Klasse der Inhalt für die Schüler/innen neu war, handelte es sich bei der IGW Klasse um eine Wiederholung. Dabei hatten die IGW Schüler/innen diesmal auch die Gelegenheit einen Versuch durchzuführen, denn aufgrund der hohen Schüler/innenanzahl ist es in dieser Klasse schwierig die Lernenden experimentieren zu lassen.

*L (IGW): Da ich das mit 29 Schüler/innen hab machen dürfen, habe ich gleich zwei Stunden dafür vorgeschlagen [...] aufgrund der Größe, hat (die Klasse) kaum Experimentierfahrung [...] das war für sie hier wirklich eine Ausnahme. Bei mir war das eine Wiederholung, weil an und für sich haben wir das schon mal kurz durchgemacht, wir haben damals allerdings keine Versuche gemacht [...] und deswegen wars für mich auch interessant, was noch wirklich in Erinnerung davon haben.*

Den Lehrkräften ist während des Unterrichts besonders das Interesse vieler Mädchen für die besprochene Thematik (Grundumsatz) aufgefallen.

*L (IGW): Was ich echt unglaublich finde, habe jetzt oft genug in der Literatur gefunden, dass hier immer dezidiert steht, Mädchen begeistern dieses Thema (Nährwert, Kalorien) es ist so.*

*L (BRG): [...] dass dieses Kalorienzählen bereits am Anfang auf irrsinniges Interesse gestoßen ist.*

Wenn es um die sprachliche Förderung der Schüler/innen der IGW Klasse geht, so legt der Physiklehrer einen großen Wert auf eine Auseinandersetzung der Schüler/innen mit authentischen Texten. Dies soll die Schüler/innen nicht nur sprachlich fördern und fordern, sondern in Hinblick auf die Reifeprüfung mit entsprechenden Kompetenzen ausstatten. Weiters fordert er die Schüler/innen in den Gruppenphasen bewusst dazu auf, auf Deutsch miteinander zu kommunizieren, denn nur auf diese Weise können auch die sprachlich schwächeren Schüler/innen eine höhere sprachliche Ebene erreichen.

*L (IGW): Ich ermutige sie auf jeden Fall auch immer deutschsprachig hier an der Schule zu sein, auch in der Gruppenarbeit, einfach aus dem Grund, sie wollen irgendwann die Matura haben, sie müssen auch eine Sprachkompetenz haben, wenn sie bei der Matura angekommen sind. [...] Ich gebe ihnen lieber quasi normalen Text und beantworte dann alle Fragen, die kommen wenn sie etwas nicht verstehen [...] dass sie mit solchen Texten (Bedienungsanleitung) ebenfalls etwas anfangen können. [...] Sie sollen sich damit wirklich auseinandersetzen*

Die Physiklehrerin wies auf die sprachliche Gestaltung des Arbeitsblattes (s. Anhang A5, S. V und VI) hin, besonders auf die Fragen zum Diagramm. Dabei stellte sich heraus, wie etwa Szenen A7(BRG,44) und A14(IGW,51) zeigen, dass die Art der

Fragestellungen auf dem Arbeitsblatt die Schüler/innen zwar zu sprachlichen Interaktionen animierten, sie jedoch vom physikalischen Inhalt ablenkten.

*L (BRG): Ich finde, dass wir den Text [Arbeitsblatt] schon im Vorfeld mit relativ kurzen Sätzen [...] unkompliziert gemacht haben. [...] Also zum Beispiel bei dieser Tabelle, da weiß ich noch, dass ich bei diesen Fragen gesessen bin und das ich sie immer bewusst gleich gestellt hab [s. Anhang A5, S. VI]. [...] Damit sie [die Schüler/innen], wenn sie denn Satz einmal verstanden haben, gleich weiter anwenden können.*

Den Lehrkräften sind im Unterrichtsverlauf die folgenden inhaltlichen Verständnisschwierigkeiten der Schüler/innen aufgefallen:

*L (IGW): Das größte Problem war mit dem Energiemessgerät zurecht zu kommen, mit der Anleitung.*

Dem Physiklehrer sind also die fehlenden Textkompetenzen aufgefallen, die auch im Rahmen der Videoanalyse beobachtet werden konnten, sowie von den Schüler/innen im Gespräch genannt wurden. Laut seiner obigen Aussage, verwendet er bewusst authentische Texte, um die Schüler/innen zu fördern und zu fordern.

*L (IGW): Was dann auch noch ein Problem war [...] wie rechne ich jetzt genau um [kWs in kWh], warum muss ich jetzt mal zwei multiplizieren (um von einem halben auf einen ganzen Liter zu kommen), die Gruppe ist dann aber eh drauf gekommen. [...] Das hat mir wirklich sehr gut gefallen, dass sie da wirklich mit Diskussion [...] wirklich hingekommen sind.*

Wie dieser Gesprächsauszug zeigt, sind dem Physiklehrer die Schwierigkeiten der Schüler/innen aufgefallen, die sie bei der Umrechnung zwischen den Einheiten Kilowattstunden und Kilowattsekunden hatten. Der Lehrer merkte an, dass ihm die von diesem Problem ausgelösten sprachlichen Interaktionen der Schüler/innen gut gefallen haben, also dass es gelungen sei sprachfördernde Unterrichtsphasen zu schaffen. Anzumerken ist an dieser Stelle, dass die Gruppenphase tatsächlich sehr sprachfördernd war, die Inhalte der Gespräche jedoch von mathematischen und nicht von physikalischen Problemen geprägt waren (Szene A14(IGW,51) aber auch A7(BRG,44)).

Die Physiklehrerin der BRG Klasse bemerkte die Verständnisschwierigkeiten, die einige Schüler/innen mit einer Arbeitsanweisung (s. Anhang A5, S. V) hatten, was auch während der Videoanalyse beobachtet werden konnte (Szene A5(BRG,43)).

*L (BRG): Was man anders machen müsste, ist dieses mit den ungefähr 80 °C, T ist gleich. Weil das war für meine und deine Schüler verwirrend. [...] Das Umrechnen ist bei mir eigentlich gegangen.*

Auf die hinter diesen sprachbedingten Verständnisschwierigkeiten steckenden möglichen inhaltlichen Verständnisprobleme wurde im Unterricht jedoch nicht eingegangen. Im Gespräch meinte die Physiklehrerin, dass diese Probleme möglicherweise den folgenden Ursprung gehabt haben könnten:

*L (BRG): Ich glaube aber, dass sie einfach das Arbeitsblatt vorher nicht durchgelesen haben, sondern, dass sie Schritt für Schritt ganz stur: Warte bis es 80 °C hat, Punkt, und dann erst, danach...*

Demnach wäre es vielleicht sinnvoll gewesen die Schüler/innen die Arbeitsanweisungen im Vorfeld durchlesen zu lassen, damit die Schüler/innen einen Überblick über die gesamte Arbeit bekommen und dann erst eventuelle Verständnisschwierigkeiten zu klären. Dadurch könnten womöglich auch gröbere inhaltliche Verständnislücken aufgedeckt (Szene A5(BRG,43)) und das Verständnis der Schüler/innen, was den Versuchszweck bzw. die Versuchsidee (Szene A6(BRG,44)) angeht, überprüft werden.

### Gespräch mit den Lehrkräften der Gruppe B

Die Physiklehrerin der BHS Klasse war darauf bedacht den Textanteil durch den Einsatz von vielen Bildern möglichst klein zu halten (s. Anhang A7). Damit sollten eventuelle Verständnisschwierigkeiten vermieden werden, was die Versuchsvorbereitung und Versuchsdurchführung betrifft.

*L (BHS): Also ich hab den Text sehr stark gelockert. Ich hab des mit vielen Bildern versehen und mit ganz wenig Text darunter, um eben, da die Verständnisproblematik, eben da zu entschärfen. Allerdings muss ich sagen, dass in dieser Klasse ganz wenige Schülerinnen mit Migrationshintergrund sitzen.*

Die „Aufbereitung“ der Unterrichtsmaterialien bezog jedoch die inhaltliche Ebene offensichtlich nicht mit ein. Der Schwerpunkt wurde viel mehr auf das Basteln des Ofens und des Kamins gelegt. Dementsprechend schauten die Gespräche der Schüler/innen untereinander aus: Über physikalische Inhalte wurde während der „Bastelphase“, die den Großteil der Unterrichtssequenz ausmachte, nicht gesprochen. Somit förderte dieses Unterrichtskonzept die Alltagssprachlichen Kompetenzen. Die Schüler/innen waren nicht gefordert die „nächste“ Sprachebene (kognitiv-akademische Kompetenz bzw. CALP nach Cummins (1979)) zu erklimmen.

Der Physiklehrer der HS Klasse (in der alle Schüler/innen einen Migrationshintergrund hatten) räumte den Schüler/innen während der videografierten Physikstunde nur wenig Freiräume für sprachliche Interaktionen ein. Die Sprachdominanz lag klar auf seiner Seite. Dieses Vorgehen begründete der Lehrer im Gespräch wie folgt:

*L (HS): Texte lesen und Fragen beantworten können sie nicht. Das lernen sie bei mir auch nicht so, manchmal schon, aber ich kann nicht den Schwerpunkt nur auf Textverfassung legen. [...] schriftliche Anweisungen kommen in der Klasse nicht gut an. [...] Ich hab das [Arbeitsblatt] schriftlich fixiert, aber schon mit dem Ziel, ihnen das mündlich, also verbal zu erklären. [...] Ich habe eigentlich nicht so viel Wert darauf gelegt, dass sie den Text sofort ins Experiment umsetzen...*

Der Lehrer scheint also überzeugt zu sein, dass die Schüler/innen nicht das Potenzial hätten sich selbständig mit schriftlichen Aufgabenstellungen (wie sie etwa im Anhang A6 zu finden sind) auseinanderzusetzen, geschweige denn selbständig Fragen zu beantworten. Die Szenen B2(HS,59) und B3(HS,59) geben hingegen einen Hinweis auf sehr wohl vorhandenes Potenzial der Schüler/innen, sich trotz schlechter Sprachkompetenzen über physikalische Inhalte zu unterhalten. Gerade diese Schüler/innengruppe sollte, durch Schaffung von sprachintensiven Interaktionsphasen, möglichst oft die Gelegenheit bekommen, sprachlich gefordert und gefördert zu werden. Der Verzicht auf Abgabe von Redeanteilen an die Schüler/innen erscheint hier umso mehr kontraproduktiv.

Dass die mangelnde Textkompetenz nicht nur sprachlich schwächere Kinder und Jugendliche mit Migrationshintergrund betrifft, verdeutlicht die folgende Aussage der Physiklehrerin der BHS Klasse:

*L (BHS): Also ich habe Laborunterricht in den AHS, wo auch wenige Leute mit Migrationshintergrund sitzen und im Regelfall habe ich sehr viel mehr Text auf einmal. Und da muss ich ständig Einzelbetreuung machen, Oberstufe.*

Wenn es jedoch um die allgemeinen Sprachkenntnisse geht, so gibt es zwischen den beiden Klassen (HS und BHS) selbstverständlich gewaltige Unterschiede. In der BHS Klasse steht die Sprache dem Unterrichtsablauf nicht „im Weg“, wie der folgende Gesprächsausschnitt zeigt:

*L (BHS): Ich schreib auch ganz viel an der Tafel und ich diktiere sehr viel, ich lasse ein ordentliches Heft führen. [...] ordentliche Aufzeichnungen, wonach man lernen kann.*

Die Situation ist in der HS Klasse entsprechend ungünstiger. Hier beeinflussen die mangelnden Sprachkompetenzen sehr wohl den Unterrichtsablauf, insbesondere die Hemmungen der sprachlich schwächeren Schüler/innen am Unterricht sprachlich aktiv teilzunehmen. Diese Hemmschwelle versucht der Lehrer folgendermaßen zu senken:

*L (HS): Ich zum Beispiel hab in letzter Zeit viel, ich lass Chorsprechen. Ich hab das verpönt früher, aber das ist gar nicht so schlecht glaub ich. [...] Das jedes einzelne Kind, also alle 25 das alleine nachsagt, da gibt's welche, die trauen sich das nicht. Aber beim 25ten der merkt es sich dann vielleicht oder traut sich das zu sagen.*

Tatsächlich konnte während der Hospitation dieser Unterrichtseinheit die Wortkargheit vieler Schüler/innen beobachtet werden. Hinzu kommt, dass viele der Schüler/innen sowohl Deutsch als auch ihre Muttersprache nicht gut beherrschen (ohne entsprechende Förderung droht in solchen Fällen der Semilingualismus!), wie die Begleitlehrerin (sie unterstützt die türkischsprachigen Schüler/innen in ihrer Muttersprache) des Physiklehrers bemerkte:

*BL (HS): Die türkischen Schüler/innen [...] sie sind total schwach, ich beobachte, sie sind total schwach in ihrer eigenen Muttersprache [...] ein, zwei, drei Wörter kennen sie, einige leider nicht.*

Dies erklärt womöglich auch das in den Szenen A11(IGW,49) oder C8(IGW,75) beobachtete sprachliche Verhalten einiger Schüler/innen mit Migrationshintergrund, die während in der Muttersprache geführter Gespräche viele Fachbegriffe auch auf

Deutsch nannten. Sie kennen diese Begriffe nur aus dem Deutschen. Wichtig wäre es in diesem Fall die Schüler/innen dazu aufzufordern, sich bewusst auf Deutsch zu unterhalten und zu versuchen die fachbezogenen Begriffe einzubauen, denn nur so können die fachspezifische Sprache (statt der bloßen Alltagssprache bzw. BICS) und dadurch die schul- und bildungsrelevanten Sprachfähigkeiten gefördert werden.

### Gespräch mit den Lehrkräften der Gruppe C

Die Physiklehrerin der HS Klasse wählte das Methodenwerkzeug „Kärtchentisch“ (s. Anhang A8, S. XIII), das die Schüler/innen zu fachbezogenen sprachlichen Interaktionen auffordern sollte. Beide Lehrkräfte setzten dieses Methodenwerkzeug ein.

*L (HS): Die Unterrichtsmaterialien [s. Anhang A8] sind teilweise übernommen aus didaktischen Fachwerken und da gibt's zum Beispiel diesen Kärtchentisch [...] Der Aufwand für diesen Kärtchentisch war unglaublich viel und die Präsentation (der Ergebnisse von den Schüler/innen) war in zwei, drei Sätzen vorüber. [...] Ich hab zuerst überlegt, ob ich die Kärtchen nicht ausgeschnitten gebe. Dann habe ich mir gedacht, nein, das ist keine Zeitersparnis. Beim Ausschneiden allein, sind sie schon gezwungen auf das Kärtchen zu schauen. [...] Diese Auseinandersetzung auch wenn es eben nur in Einwortsätzen ist, zeigt was gedanklich eigentlich weitergeht.*

Tatsächlich konnte im hospitierten Unterricht beobachtet werden, dass die Schüler/innen durch den Einsatz dieses Methodenwerkzeugs erfolgreich zu fachbezogenen Gesprächen angeregt wurden, bei denen zudem einige inhaltliche Verständnisprobleme, wie etwa die Zusammendrückbarkeit der verschiedenen Aggregatzustände des Wassers (s. dazu Szene C2(HS,70), C3(HS,71), C8(IGW,75), C9(IGW,76) und C10(IGW,77) auftauchten. Wichtig wäre es auch hier die Schüler/innen aufzufordern, sich in den Gruppen bewusst auf Deutsch zu unterhalten, damit die fachspezifische Sprache (also die „nächste“ Sprachebene) geübt wird. Fehlvorstellungen von manchen sich auf den Kärtchen befindenden Begriffen (wie etwa: zusammendrückbar, verformbar) führten sowohl in der HS als auch in der IGW Klasse zu Schwierigkeiten, die Kärtchen entsprechend der Aufgabenstellung in eine sinnvolle Struktur bzw. Ordnung zu bringen, was auch der Physiklehrer der IGW Klasse im Gespräch anmerkte:

*L (IGW): Interessant ist, dass meine (Schüler/innen) viel länger gebraucht haben, bis sie verstanden haben, wie das (die Kärtchen) jetzt gehört. Und im Endeffekt haben das nur eine bis zwei Gruppen nur richtig gehabt.*

Die schwierige sprachliche Situation vieler Schüler/innen mit Migrationshintergrund bestätigte auch der Physiklehrer der IGW Klasse:

*L (IGW): (Fachbegriffe werden auf Deutsch gesagt) weil sie sie auf Türkisch nicht kennen. Die Begriffe, die sie im Physikunterricht lernen, lernen sie im Physikunterricht und lernen sie in Türkisch gar nicht.*

Wie bereits erwähnt, sorgten die unterschiedlichen Interpretationen des Begriffs „zusammendrückbar“ für Diskussionen und Verständnisprobleme in beiden Klassen (s. C2(HS,70), C3(HS,71), C9(IGW,76) und C10(IGW,77)). Diese sich aus den unterschiedlichen Interpretationen ergebenden Missverständnisse und Verständnisprobleme wurden von beiden Lehrkräften aufgegriffen und thematisiert. Ursachen für die Verwirrung waren möglicherweise sprachliche Verständnisschwierigkeiten der Alltagssprache und damit auch der physikalischen Sprache:

*L (HS): [...] meine Schüler haben vorher die Eiswürfel zerschlagen für die Kältemischung und haben dieses ZERSchlagen, ZERdrücken verwechselt mit dem ZUSAMMENdrücken. [...] das ist ja die Problematik des Verstehens der Sprache, der Vorsilben*

#### **4.2.3 Zusammenfassung der geführten Gespräche**

Viele der während der Videoanalysen festgestellten sprachlich und inhaltlich bedingten Verständnisprobleme und beobachteten Sprachprobleme wurden in den Gesprächen mit den Schüler/innen und Lehrkräften bestätigt. Die wesentlichsten Ergebnisse aus den geführten Gesprächen werden anschließend zusammengefasst.

Anzumerken ist, dass Physiklehrkräfte in den Gesprächen angemerkt haben, wie wertvoll die Videoaufnahmen der Unterrichtseinheiten waren. Denn viele der im Unterricht stattfindenden Interaktionen „entgehen“ den Lehrkräften im Live-Unterricht. Erst die Betrachtung der Videoaufzeichnungen gab den Lehrkräften die Möglichkeit in die sprachlichen Interaktionen der Schüler/innen während der Gruppenarbeiten „hineinzusehen“. Einige Verständnisprobleme, die den Lehrkräften im Live-Unterricht nicht aufgefallen sind, konnten im Rahmen der Videoanalyse thematisiert werden. Die auf diese Weise gewonnenen Erkenntnisse können in zukünftige Unterrichtsvorbereitungen einfließen.

Die in den verschiedenen Physikeinheiten verwendeten, von den MINA Lehrkräften entwickelten Unterrichtsmaterialien wurden von den meisten Schüler/innen als verständlich und klar eingestuft. Während der Gespräche nannten die Schüler/innen

einige Verständnisprobleme, die sich mit den während der Videoanalysen beobachteten, decken.

So schienen beispielsweise sowohl die Schüler/innen der BRG als auch der IGW Klasse ähnliche Verständnisprobleme der Arbeitsanweisungen gehabt zu haben. Das weist darauf hin, dass von Texten herrührende Verständnisprobleme im ähnlichen Ausmaß Schüler/innen mit und ohne Migrationshintergrund, sprachlich starke als auch schwächere Schüler/innen betreffen können. Zum Teil sind diese Verständnisschwierigkeiten auf die mangelnde Textkompetenz zurückzuführen, teilweise auf inhaltliche Fehlvorstellungen oder auf fehlendes Wissen, vielfach aber auch auf schlecht geschriebene und unklare Arbeitsaufträge und Texte.

Inhaltlich überladene Physikstunden in Klassen mit hohem Anteil an sprachlich schwächeren Schüler/innen können dazu führen, dass die sprachlichen Interaktivitäten zu kurz kommen. Die sprachlichen Interaktivitäten der Schüler/innen können aber auch dadurch beschränkt werden, dass die Redeanteile der Lehrkräfte im Unterricht gegenüber denen der Schüler/innen dominieren. Die sprachliche Dominanz der Lehrkräfte und das lehrer/innenzentrierte (oder gemeinsame) Erarbeiten von physikalischen Inhalten in sprachlich schwächeren Klassen garantiert keinen Wissenszuwachs bei den Schüler/innen. So wiesen die Antworten der befragten Schüler/innen der HS Klasse darauf hin, dass die Schüler/innen den physikalischen Inhalt nicht erkannt haben.

Bei Verständnisproblemen in Bezug auf einzelne Sätze oder Worte, versuchen die Schüler/innen in erster Linie die Verständnisprobleme aus dem Satzzusammenhang heraus zu klären. Kann das sprachbedingte Verständnisproblem auf diese Weise nicht „behoben“ werden, so wird in erster Linie die Lehrkraft gefragt, aber auch Mitschüler/innen werden in solchen Fällen gerne konsultiert.

Sprachliche Fehler in Wort und Schrift werden laut Aussagen der Schüler/innen nur selten von den Lehrkräften korrigiert und wenn, dann nur schwere Fehler. Dabei gaben die Schüler/innen an, beim Lesen korrigiert zu werden. Sprachliche Fehler (Grammatik, Orthographie) werden bei schriftlichen Leistungen (Tests, Wiederholungen) meist nur kollektiv abgehandelt.

Angst sprachliche Fehler zu machen, wird einerseits von möglichen unangenehmen Reaktionen seitens der Mitschüler/innen ausgelöst, andererseits durch die Unsicherheit, physikalische Begriffe oder Inhalte richtig verbal zu beschreiben und entsprechende Äußerungen zu formulieren.

Den Schüler/innen multikultureller/multilingualer Klassen sollte bewusst gemacht werden, dass einige ihrer Mitschüler/innen nicht nur eine sondern zwei Sprachen sprechen. Auch Physiklehrkräfte sollten die besondere Situation der Schüler/innen mit Migrationshintergrund thematisieren und für entsprechende Rahmenbedingungen (gegenseitiges Verständnis) im Physikunterricht sorgen.

Die meisten an den Gesprächen teilnehmenden Schüler/innen lehnten es eher ab, im Physikunterricht Aufgabenstellungen in ihrer jeweiligen Muttersprache erhalten zu wollen. Dabei argumentierten die Schüler/innen damit, viele der Fachausdrücke in ihrer Muttersprache nicht zu kennen, was wiederum keinen unterstützenden Effekt hätte, wenn es um Verständnisprobleme geht. Deshalb werden diese Begriffe auch in Gesprächen, die in der Muttersprache stattfinden, auf Deutsch genannt.

Der Physiklehrer der IGW Klasse legte einen großen Wert auf eine Auseinandersetzung der Schüler/innen mit authentischen Texten. Dies soll die Schüler/innen nicht nur sprachlich fördern und fordern, sondern im Hinblick auf die Reifeprüfung mit entsprechenden Kompetenzen ausstatten. Dem Physiklehrer ist es gelungen sprachfördernde Unterrichtsphasen zu schaffen. Anzumerken ist jedoch, dass die Inhalte der Gespräche von mathematischen und nicht von physikalischen Problemen geprägt waren. Das gleiche Bild konnte in der BRG Klasse beobachtet werden. In beiden Klassen der Gruppe A konnten ähnliche (inhaltlich und sprachlich bedingte) Verständnisprobleme der Schüler/innen beobachtet werden. Im Unterricht wurde darauf sowohl in der BRG als auch im IGW nicht eingegangen. Im Gespräch meinte die Physiklehrerin, dass diese Probleme ihren Ursprung möglicherweise darin gehabt haben könnten, dass die Schüler/innen das Arbeitsblatt Schritt für Schritt durchgearbeitet hatten, ohne davor den gesamten Versuchsablauf durchzudenken.

Die Physiklehrerin der BHS Klasse war darauf bedacht den Textanteil durch den Einsatz von vielen Bildern möglichst klein zu halten. Die „Aufbereitung“ der Unterrichtsmaterialien bezog jedoch die inhaltliche Ebene offensichtlich nicht ein. Entsprechend gestalteten sich die Gespräche der Schüler/innen. Über physikalische Inhalte wurde nicht gesprochen. Somit förderte dieses Unterrichtskonzept ausschließlich die alltagssprachlichen Kompetenzen.

Der Physiklehrer der HS Klasse räumte den Schüler/innen während der videografierten Physikstunde nur wenig Freiräume für sprachliche Interaktionen ein. Die Sprachdominanz lag klar auf seiner Seite, was der Lehrer damit begründet, dass die Schü-

ler/innen nicht das Potenzial hätten sich selbständig mit schriftlichen Aufgabenstellungen auseinanderzusetzen, geschweige denn selbständig Fragen zu beantworten. Gerade diese Schüler/innengruppe sollte, durch Schaffung von sprachintensiven Interaktionsphasen, möglichst oft die Gelegenheit bekommen, sprachlich gefordert und gefördert zu werden. Der Verzicht auf Abgabe von Redeanteilen an die Schüler/innen erscheint hier umso mehr kontraproduktiv.

Die Physiklehrerin der HS Klasse und der Physiklehrer der IGW Unterstufenklasse wählten das Methodenwerkzeug „Kärtchentisch“, das die Schüler/innen zu fachbezogenen sprachlichen Interaktionen auffordern sollte. Fehlvorstellungen von manchen sich auf den Kärtchen befindenden Begriffen (wie etwa: Zusammendrückbarkeit, Verformbarkeit), führten sowohl in der HS als auch in der IGW Klasse zu Schwierigkeiten, die Kärtchen entsprechend der Aufgabenstellung in eine sinnvolle Struktur bzw. Ordnung zu bringen. In beiden Klassen wurden diese Schwierigkeiten im Unterricht aufgegriffen und thematisiert. Beide Lehrkräfte der Gruppe C bemängelten die schwachen Sprachkenntnisse einiger Schüler/innen mit Migrationshintergrund sowohl im Deutschen als auch in der jeweiligen Muttersprache.

### 4.3 Wissenscheck – Kontrolle der Effizienz

#### 4.3.1 Inhaltliche und sprachliche Auswertung der Vor- und Nachtests

Die Schüler/innen erhielten jeweils zu Beginn der hospitierten Stunde einen Wissenscheck, der aus zwei bis drei Fragen bestand. Die Schüler/innen wurden dazu aufgefordert, die Fragen möglichst in ganzen Sätzen zu beantworten. Der Nachtest fand meist eine bis zwei Wochen später statt, um eine Beeinflussung der Ergebnisse durch das Kurzzeitgedächtnis möglichst zu verhindern. Die Auswertung der Wissenstests sollte nicht nur einen Hinweis auf einen inhaltlichen Wissenszuwachs der Schüler/innen liefern, sondern auch einen Hinweis auf weitere (inhaltlich oder sprachlich bedingte) Verständnisschwierigkeiten geben. Die zu Beginn jeder hospitierten Physikstunde durchgeführten Wissenstests erwiesen sich zudem als ein motivierendes Instrument für den Unterrichtseinstieg, indem das vorhandene Wissen der Schüler/innen aktiviert wurde. Um zwischen Schüler/innen mit und ohne Migrationshintergrund unterscheiden zu können, wurden die schriftlichen Antworten der Schüler/innen mit Migrationshintergrund grau unterlegt. Im Folgenden wurden einige ausgewählte Beiträge zusammengestellt, die im Hinblick auf die Untersuchungsziele relevant und repräsentativ waren.

**Gruppe A**

Bundesrealgymnasium

Bis auf zwei versuchten alle Schüler/innen auf die erste Frage eine Antwort zu geben. Alle Antworten wiesen auf einen Zusammenhang des Brennwertes mit der Energie hin. (Sechs) Schüler/innen, die beim Vortest inhaltlich richtige Antworten abgegeben hatten, taten dies auch beim Nachtest. Diese Schüler/innengruppe blieb also stabil. Schüler/innen, die beim Vortest keine Antwort abgegeben hatten, hatten auch beim Nachtest Schwierigkeiten (zweite Zeile in der Tabelle).

<i>Was verstehst du unter dem Brennwert eines Lebensmittels, der meist auf der Verpackung in den Einheiten Kalorie und Joule angegeben wird?</i>	
<b>VORHER</b>	<b>NACHHER</b>
Brennwert ist eine Form von Energie, die nur in Lebensmitteln enthalten ist.	Der Brennwert ist, wie viel Energie der Stoff abgibt, wenn er verdaut wird.
-	Vielleicht braucht der Körper eine bestimmte Menge von Brennwerten die für Energie sorgen damit der Körper g'scheit funktioniert. Hab aber nicht wirklich eine Ahnung.

Erste Frage: Antworten von Schüler/innen mit Migrationshintergrund sind hellgrau hinterlegt.

Schüler/innen mit Migrationshintergrund hatten sowohl keine inhaltlichen als auch keine sprachlichen Schwierigkeiten bei der Beantwortung dieser Frage. Eine „einheimische“ Schülerin hat auch nach stattgefundenem Unterricht die Bedeutung des Brennwertes eines Nahrungsmittels nicht verstanden. In der Antwort findet sich zwar ein Hinweis auf einen Zusammenhang des Begriffs mit dem Begriff der Energie, die Schülerin schreibt jedoch von einer „Menge von Brennwerten“. Das heißt sie ist der Meinung, dass es unterschiedliche Brennwerte gibt.

<i>Wird zum Erwärmen von einem Liter Wasser von 20 °C auf 30 °C beziehungsweise von 40 °C auf 50 °C mehr, weniger oder gleich viel Energie gebraucht? Begründe deine Meinung.</i>	
<b>VORHER</b>	<b>NACHHER</b>
Es wird gleich viel Energie braucht, da das Entscheidende die Differenz zwischen den beiden Temperaturen ist, in dem Fall also 10 °C	gleich viel Energie, da die Differenz zählt.
Es wird mehr Energie gebraucht, weil die Temperatur höher ist. Dabei macht es keinen Unterschied ob man mehr oder weniger Temperaturunterschied hat.	Es wird gleich viel Energie benötigt, weil der Temperaturunterschied gleich ist.
Ich glaube gleich viel. Die Erwärmung bedeutet ja nur, dass sich die Moleküle beim Siedepunkt lösen wollen.	mehr Energie ?!

Zweite Frage: Antworten von Schüler/innen mit Migrationshintergrund sind hellgrau hinterlegt.

Die zweite und im Vergleich zur ersten konkrete Frage bereitete zwar mehr Schwierigkeiten, inhaltlich wurde sie jedoch überwiegend richtig beantwortet (erste, dritte Zeile). Dabei wurde meistens mit dem Temperaturunterschied argumentiert. Natürlich änderten sich die Meinungen einiger Schüler/innen nach dem in der hospitierten Stunde durchgeführten Experiment (zweite Zeile). Insgesamt konnte beobachtet werden, dass inhaltlich unsichere Schüler/innen beim Vortest und auch beim Nachtest unsicher waren. Ein Lernender wurde hingegen durch den Unterricht verunsichert (dritte Zeile). Die Schüler/innen mit Migrationshintergrund hatten auch bei dieser Frage keine inhaltlichen und keine sprachlichen Probleme.

Inhaltliche Besonderheiten: In der Argumentation (zweite Zeile, erste Spalte) kommt eine Fehlvorstellung in Bezug auf den Zusammenhang zwischen Temperatur und Energie zum Vorschein. Tatsächlich stimmt zwar die Aussage, dass das Wasser umso mehr Energie *enthält*, je höher seine Temperatur ist. Falsch ist hingegen die Annahme, dass die für eine beabsichtigte Temperaturerhöhung notwendige Energiezufuhr abhängig von der Ausgangstemperatur (Temperatur als eine nicht äquidistante Skala für Energie) und unabhängig vom Temperaturzuwachs (also der Temperaturdifferenz) ist. In der dritten Zeile der ersten Spalte wurde die Antwort geschrieben nur damit etwas da steht, da die Begründung in keinem logischen Zusammenhang zur getroffenen Aussage steht.

Sprachlich betrachtet gab es in dieser Klasse erwartungsgemäß keine Schwierigkeiten. Die Schüler/innen antworteten überwiegend in ganzen Sätzen. Stichwortartige Antworten (etwa: „gleich viel“, „mehr Energie“) wurden nur dann gegeben, wenn die Schüler/innen ihre Einschätzung nicht begründen konnten und versuchten die richtige Antwort zu erraten.

### Islamisches Gymnasium

Im Vergleich zur BRG Klasse waren die Antworten der Schüler/innen der IG Klasse viel differenzierter, was den Inhalt und die Sprache angeht.

Im ersten Block (doppelt eingerahmte Zellen) wurden einige Antworten zusammengefasst, die misslungen formuliert bzw. in denen Fachausdrücke falsch verwendet wurden. So wird zum Beispiel Kraft mit Energie oder Arbeit gleichgesetzt oder die Kausalität (etwa: „Der Brennwert gibt uns an wie viel Joule benötigt wird um die ein-

genommene Nahrung zu verbrennen.“ oder „Brennwert ist die zugefügte Energie um Kalorien abzubauen.“) „verdreht“. Die Schüler/innen glauben, der Brennwert lässt den Körper Kalorien verbrennen. Tatsächlich gibt der Brennwert die Anzahl der (Kilo) Kalorien an, die dem Körper nach „Verzehr“ des jeweiligen Nahrungsmittels zur Verfügung stehen. Im zweiten Block sind einige Antworten angeführt, die auf das Fehlen einer inhaltlichen Vorstellung vom Begriff des Brennwertes hinweisen. Schüler/innen dieser Gruppe hatten auch beim Nachtest Schwierigkeiten die Bedeutung des Begriffs des Brennwertes zu erfassen.

Was verstehst du unter dem Brennwert eines Lebensmittels, der meist auf der Verpackung in den Einheiten Kalorie und Joule angegeben wird?	
VORHER	NACHHER
Unter Brennwert verstehe ich, dass wieviel Kraft bzw. Energie gebraucht wird um diese Kalorien abzubauen.	Brennwert ist die zugefügte Energie um Kalorien abzubauen.
Unter dem Brennwert verstehe ich wie viel Joule man benötigt um dieses Lebensmittel zu verbrennen.	Der Brennwert gibt uns an wie viel Joule benötigt wird um die eingenommene Nahrung zu verbrennen.
Kalorie in Lebensmittel → man nimmt zu und wenn man sich bewegt sagt man immer Kalorie wurde abgebaut!	Kalorie ist etwas, was man abbauen muss.
Es gibt an wieviel Fett bei einem gewissen Wert verbrannt wird.	Es gibt an wieviele Kalorie das Lebensmittel pro Portion hat. Der Brennwert gibt an wieviel Fett pro Portion verbrannt wird.
Das (Milch-) Produkt, die vor der Verpackung verbrannt wurde. Brennwert ist der Wert, der vom Brennstoff verbrannt wurde.	Der Brennwert ist der Wert vom Lebensmittel, der verbrannt wird um eine Einheit anzugeben.
Brennwert ist Wert, wo dann das Lebensmittel auffängt zum schmelzen wenn sie den Brennwert übersteigt. Es ist der Wert, wie viel fett es sich befindet, und wenn mit wie Brennwert, es dann abnehmen kann.	Jeder Lebensmittel hat Brennwert. Brennwert ist, dass wie viel Energie man braucht, ein Lebensmittel im Körper zu brennen.

Erste Frage: Antworten von Schüler/innen mit Migrationshintergrund sind hellgrau hinterlegt.

Weitere inhaltliche Besonderheiten: Wie erwartet, waren viele Antworten durch die Alltagssprache geprägt. So ist im Alltag meist von *Fett* und vom *Abbau von Kalorien* in Verbindung mit *Ab- und Zunehmen* die Rede, wenn über Kalorien (eigentlich Kilokalorien) und über den Brennwert eines Lebensmittels (Süßigkeiten, Diätkost,...) gesprochen wird. Teilweise führt die in diesem Fall falsche Auslegung des Wortes „verbrennen“ (s. dazu Szene A10(IGW,48)) zu Verständnisproblemen. Dabei knüpfen die Schüler/innen an den aus dem Alltag bekannten Verbrennungsprozess (Flamme, Feuer) an und erkannten die abstrakte Bedeutung des Wortes „verbrennen“ in diesem Zusammenhang (Nahrungsmittel als Energieträger) nicht. Bereits während der

Videoanalysen ist aufgefallen, dass der Begriff des Brennwertes einigen Schüler/innen Verständnisprobleme bereitet (Szene A10(IGW,48)). Auf diese Probleme wurde im Unterricht jedoch nicht eingegangen, was sich schließlich auch im Nachtest widerspiegelt. Der Vergleich des Vor- und Nachtests zeigte, dass die inhaltlich unsicheren Schüler/innen nach dem erfolgten Unterricht oft weiterhin unsicher blieben.

Auch bei der zweiten Frage wurde das gesamte Antwortspektrum ausgeschöpft (von inhaltlich korrekten Antworten, wie in der ersten Zeile, bis hin zu inhaltlich falschen, wie etwa in der dritten Zeile). Dabei waren die Begründungen ganz ähnlich zu jenen der BRG Schüler/innen. Insbesondere die Fehlvorstellung vom Zusammenhang zwischen Energie und Temperatur dominierte auch in der IGW Klasse. So meinten einige Schüler/innen, dass der benötigte Energiebetrag (um die Temperatur des Wassers um einen bestimmten Betrag zu erhöhen), von der Ausgangstemperatur des Wassers abhängt. Je höher die Ausgangstemperatur, desto mehr Energie muss zugeführt werden, um die Wassertemperatur um einen bestimmten Betrag zu erhöhen.

Das impliziert vermutlich wiederum das Vorliegen einer Fehlvorstellung von Temperatur, die als nichtlineare Skala verstanden wird. In den Formulierungen der Schüler/innen kommt immer wieder die im Alltag übliche Phrase „Energie wird verbraucht“ vor. Dies kann in weiterer Folge zu Verständnisproblemen führen, wenn es um die Energieerhaltung geht. Im Physikunterricht sollten die Schüler/innen auf diese physikalisch unkorrekte Sprachweise hingewiesen werden.

<i>Wird zum Erwärmen von einem Liter Wasser von 20 °C auf 30 °C beziehungsweise von 40 °C auf 50 °C mehr, weniger oder gleich viel Energie gebraucht? Begründe deine Meinung.</i>	
<b>VORHER</b>	<b>NACHHER</b>
Es wird gleich viel Energie gebraucht, weil Temperaturunterschied ist gleich. (10 °C)	Es wird die gleiche Energie gebraucht, weil die Temperaturdifferenz gleich ist. In dem Fall 10 °C
Es bleibt die Energie constant, weil da nicht so viel Unterschied ist zum Erwärmen. Man hat nicht so viel Grad zum Erwärmen.	Es wird gleich viel Energie verbraucht, weil bei 20 °C auf 30 °C wird nur 10 °C erwärmt, dasselbe wie von 40 °C auf 50 °C wird auch 10 °C erwärmt.
weniger weil das Wasser schon heiß ist	gleich weil die Differenz gleich ist
Es wird mehr Energie gebraucht. Begründung: Je höher die Temperatur desto mehr Energie braucht man.	Nein, weil die selbe Energie verbraucht wird. Es ist die selbe differenz.

Zweite Frage: Antworten von Schüler/innen mit Migrationshintergrund sind hellgrau hinterlegt.

Sprachlich betrachtet enthielten die schriftlichen Antworten der Schüler/innen viele orthographische und grammatikalische Fehler, die großteils eher nicht als Flüchtigkeitsfehler kategorisiert werden können. Es ist allerdings anzumerken, dass die Antworten in den Nachtests meist wortreicher und besser formuliert waren. Zudem verwendeten die Schüler/innen öfter die im Unterricht gehörten und verwendeten Begriffe (z.B. Temperaturdifferenz). Auch in der IGW Klasse bewirkte der durchgeführte Versuch (Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität von Wasser) zumindest einen Wissenszuwachs.

Im Vergleich des BRG mit dem IGW war somit festzustellen, dass vor allem auf sprachlicher Ebene (Orthographie, Grammatik) große Unterschiede vorhanden sind. In beiden Klassen war eine Fehlvorstellung des Zusammenhangs zwischen Temperatur und Energie vorhanden, die der Temperaturskala eine nichtlineare Proportionalität zur Energie zuschrieb: Demnach muss umso mehr Energie zugeführt werden, je höher die Ausgangstemperatur ist, um einen betragsmäßig gleichen Temperaturanstieg des Wassers zu erreichen.

### **Gruppe B**

#### Hauptschule

Vor einem Jahr beschäftigten sich die Schüler/innen der HS Klasse bereits mit dem Schmelzvorgang von Eis, das im Wasser schwimmt oder das über dem Wasserspiegel schmilzt. Der physikalische Hintergrund sollte ihnen demnach bekannt sein.

<i>Ändert sich der Wasserstand in einem mit Wasser gefüllten Glas, wenn ein darin schwimmender Eiswürfel schmilzt? Begründe Deine Meinung!</i>	
<b>VORHER</b>	<b>NACHHER</b>
Nein, der Wasserstand ändert sich nicht, weil das Wasser sich dähnt.	Nein der Wasserstand ändert sich nicht, weil der Eiswürfel auf der Oberfläche schwimmt und nicht heruntertröpfelt, und das Wasser wird kälter.
Ja, es ändert sich der Wasserstand.	Nein, weil das Eis sich wieder zusammenzieht.
Ja, weil sich die Eiswürfel ausdehnen.	Nein weil sich der Eiswürfel ausdehnt.
Das Wasser wird höher wenn das Eis schmilzt weil der Eiswürfel aus Wasser besteht.	Ja es ändert sich. Weil der Eiswürfel aus Wasser besteht.

Erste Frage: Antworten von Schüler/innen mit Migrationshintergrund sind hellgrau hinterlegt.

Die Schüler/innen waren beim Vortest trotzdem überwiegend der Meinung, dass sich der Wasserstand im Glas ändern würde, wenn ein darin schwimmender Eiswürfel schmilzt. Dabei wurde meist damit argumentiert, dass ein Eiswürfel selber aus Wasser bestünde und „sein“ Schmelzwasser zum Ansteigen der Wasserhöhe führen müsste. Allerdings geben diese Antworten den Hinweis darauf, dass den Schüler/innen der Begriff der Zustandsform (Aggregatzustand) nicht unbekannt ist. Sie behaupten schließlich in dem Glas befände sich nur Wasser.

Andere Erklärungsversuche basierten auf der dem Wasser oder dem Eiswürfel zugeschriebenen Fähigkeit sich auszudehnen bzw. sich zusammenzuziehen. Diese Schüler/innengruppe schien sich noch an die im Vorjahr gewonnenen Erkenntnisse aus dem Physikunterricht zu erinnern (Dichte), konnte das Wissen jedoch nicht richtig anwenden. Zudem war laut den Schüler/innen das flüssige Wasser, das sich ausdehnte, für den Anstieg des Wasserspiegels verantwortlich. Viele Antworten der Schüler/innen beschränkten sich jedoch auf reine Ja/Nein-Antworten.

Im Nachtest wagten viel mehr Schüler/innen ihre Antwort in einem Satz zu verpacken und viele konnten durch die durchgeführten Experimente überzeugt werden, dass ihre ursprünglichen Einschätzungen falsch waren. Eine genauere Betrachtung der schriftlichen Rückmeldungen der Schüler/innen im Rahmen des Nachtests zeigten jedoch wieder inhaltliche Fehlvorstellungen vom vorgestellten Sachverhalt. Schüler/innen, die ihre Meinung nicht geändert hatten, argumentierten meist wieder damit, dass der Eiswürfel aus Wasser besteht ohne auf den physikalischen Hintergrund (Dichteänderung) einzugehen.

Eine Rückmeldung im Nachtest (erste Zeile, zweite Spalte) beinhaltete eine aus dem durchgeführten Experiment gewonnene Erkenntnis, die an dieser Stelle dazu genutzt wurde, um die Meinung zu begründen. In der Zeile wird dagegen darauf hingewiesen, dass sich Eis beim Schmelzen zusammenzieht und sich der Wasserstand im Glas deswegen nicht ändert. Der im Unterricht erwähnte Begriff der Dichte kam in den Antworten der Schüler/innen nicht vor. Das Verständnis der Dichte ist jedoch von größter Bedeutung in Hinblick auf die Aggregatzustände (des Wassers) und auf das Teilchenmodell, das oft zur Erklärung der unterschiedlichen Eigenschaften dieser Zustände herangezogen wird.

<i>In Verbindung mit der globalen Erwärmung hört man oft davon, dass der Meeresspiegel ansteigen soll. Welches Eis spielt hier eine wesentliche Rolle und warum gerade dieses?</i>	
<b>VORHER</b>	<b>NACHHER</b>
Der Gletscher Spielt da eine Rolle. Weil ein Gletscher sehr sehr groß ist.	Der Gletscher spielt da eine rolle. Weil ein Gletscher auch aus Wasser besteht und weil ein Gletscher sehr Groß ist.
Es ist Gletscher. Weil ein Gletscher sehr groß ist einen großen Flächeninhalt und Umfang haben.	Das Glatteis (Gletscher) am Südpol weil es wenn es global wärmer wird sinken die Gletscher.
Gletscher, weil sich das eis zusammen zieht	Gletscher weil sich zusammen ziet.

Zweite Frage: Antworten von Schüler/innen mit Migrationshintergrund sind hellgrau hinterlegt.

In den Antworten der Schüler/innen auf die zweite Frage des Vortests wurden überwiegend die Gletscher als für den Anstieg des Meeresspiegels bedeutsames Eis angeführt. Dabei wurden jedoch keine Überlegungen zur ersten Frage in die Begründungen eingebunden. Viel mehr argumentierten die Schüler/innen mit den großen Ausmaßen der Gletscher. Vier Schüler/innen haben im Nachtest vermerkt, die gestellte Frage nicht verstanden zu haben. Die Vorstellungen der Schüler/innen zum Sachverhalt änderten sich eher kaum bzw. wenn, dann wurden wieder dieselben Argumente wie im Vortest angeführt. Sowohl im Vor- als auch im Nachtest wurden in den Antworten der Schüler/innen immer wieder die Gletscher genannt. Womöglich wurde dieser Begriff im vorhergegangenen Physikunterricht (möglicherweise auch in anderen Fächern) oft thematisiert.

Wie bereits bei der Videoanalyse dieser Physikstunde angemerkt, kann die Ursache für den geringen Verständniszuwachs an der inhaltlichen Überfüllung der Unterrichtseinheit gelegen haben. Die physikalischen Hintergründe und die inhaltliche Erklärung der durchgeführten Versuche kamen demnach zu kurz, wurden vom Physiklehrer ohne Interaktion mit den Schüler/innen vorgegeben.

Sprachliche Auffälligkeiten: Die Schüler/innen beantworteten die gestellten Fragen entweder mit Ein-Wort-Antworten oder in Form einfacher Sätze. Wertet man die schriftlichen Rückmeldungen aus, so begegnet man grammatikalischen (fehlende Wörter: es ist Gletscher; und der Eisberg besteht Wasser; Singular-Plural-Sprünge: ein Gletscher ... haben; Wortstellung: weil der Wasserstand steigt auf ), stilistischen (unpassende Verben: das Wasser wird höher; Wasserstand steigt auf) und orthographischen Fehlern (Klein/Großschreibung: rolle, gletscher, Groß; allgemeine Recht-

schreibfehler: zusammen, ziet, ausdenen, sich dähnt, endert, eis...). Positiv ist aber aufgefallen, dass im Nachtest insgesamt betrachtet mehr Schüler/innen versuchten ihre Antworten in ganzen Sätzen zu formulieren.

### BHS

Im Vergleich zur HS Klasse (abgesehen vom Altersunterschied) war der Anteil der Schülerinnen mit Migrationshintergrund in der BHS Klasse sehr gering. Jene Schülerinnen, die angaben einen Migrationshintergrund zu haben, hatten meist nur einen Elternteil, der aus dem Ausland kam. Das Sprachniveau der Schülerinnen war dementsprechend hoch, was sich auch in der Länge und Struktur der gegebenen schriftlichen Antworten widerspiegelte.

<i>Ändert sich der Wasserstand in einem mit Wasser gefüllten Glas, wenn ein darin schwimmender Eiswürfel schmilzt? Begründe Deine Meinung!</i>	
<b>VORHER</b>	<b>NACHHER</b>
Nein er ändert sich nicht, weil in dem Glas die selbe Masse ist. Wenn das Eis schmilzt ändert sich nur der Aggregatzustand, aber nicht die Menge.	Nein, er ändert sich nicht. Weil genau die selbe Masse im Glas ist, es kommt ja nicht mehr Masse hinein, das Volumen bleibt gleich.
Nein → weil das gefrorenes Eis genauso schwer ist wie das geschmolzene, dadurch ändert sich der Wasserstand nicht.	Nein, er ändert sich nicht weil wenn das Eis gefroren ist und dann schmilzt ist es egal, bleibt gleich.
Nein, weil das Volumen gleich bleibt. Außer wenn dieses Eis rausragt.	Wenn der Eiswürfel über dem Wasserspiegel ist ja, sonst nicht.
Nein, da der Eiswürfel im gefrorenen Zustand auch ein Volumen hat. Es verändert sich nur der Zustand (Aggregat-)	Nein, da der Eiswürfel auch Wasser verdrängt und wenn er schmilzt verändert sich nur der Aggregatzustand. Es hat außerdem etwas mit der Dichte zu tun.
Ja, da die Eiswürfel aus Wasser bestehen und wenn sie schmelzen erhöht sich der Wasserspiegel da wenn der Eiswürfel schmilzt sich die Dichte verändert.	Nein, da die Dichte des Eises geringer ist als die Dichte des Wassers somit wenn er schmilzt wird die Dichte höher und verbindet sich und der Wasserstand bleibt gleich.
Ja, der Wasserstand verändert sich. Weil die Eiswürfel auch aus Wasser bestehen und wenn sie schmelzen das Wasser überläuft.	Nein, der Wasserstand bleibt gleich, weil das Eis sehr viel Platz ein nimmt und wenn es schmilzt ist es gleich.
Ja, sicher. Der Eiswürfel wird zu Wasser, deswegen muss sich der Wasserstand ändern.	Nein, der Wasserstand ändert sich nicht, weil die Masse des Eiswürfels vom Wasser (geschmolzener Eiswürfel) eingenommen wird.
Ich würde ja sagen, da Eis gefrorenes Wasser ist und wenn es schmilzt zu seinem Anfangszustand zurück versetzt wird. Daher ist nachher mehr Wasser im Behälter als vorher.	Nein. Weil Eis ist gefrorenes Wasser, und hat weniger Volumen und wenn es schmilzt hat es das selbe Volumen wie Wasser und deswegen geht es nicht über.

Erste Frage: Antworten von Schüler/innen mit Migrationshintergrund sind hellgrau hinterlegt.

Beim Beantworten der ersten Frage argumentierten viele Schülerinnen damit (wie bereits in der HS Klasse beobachtet), dass der im Wasser schwimmende Eiswürfel

schließlich auch aus Wasser bestünde und somit beim Schmelzen eine Änderung des Wasserstands im Glas (Im Konkreten also ein Überlaufen des Aquariums) hervorrufen müsste. Dies war die meist anzutreffende Begründung der falschen Antworten im Vortest. Einige Schülerinnen argumentieren beim Vortest mit dem Volumen und der Masse des Eiswürfels oder des Wassers. Man könnte also annehmen, dass hier bereits gewisse Vorstellungen über den Dichteunterschied von Wasser im flüssigen und festen Zustand vorhanden waren. Die Begriffe der Masse und des Volumens wurden in diesem Zusammenhang jedoch völlig entkoppelt verwendet, konnten also nicht in eine dem Begriff der Dichte entsprechende Relation gebracht werden. Eine andere Schülerin schien hingegen die richtige Vorstellung vom Dichteunterschied des flüssigen und festen Zustands des Wassers gänzlich zu fehlen. So meinte sie, dass das Eis und das flüssige Wasser gleich schwer sind, ohne die unterschiedliche Ausdehnung zu thematisieren. Einmal wurde auch explizit die Dichte erwähnt und darauf hingewiesen, dass sich diese beim Schmelzen des Eiswürfels verändert, mehr jedoch nicht.

<i>In Verbindung mit der globalen Erwärmung hört man oft davon, dass der Meeresspiegel ansteigen soll. Welches Eis spielt hier eine wesentliche Rolle und warum gerade dieses?</i>	
VORHER	NACHHER
Das Eis, das herausragt, da wenn dieses schmilzt eben mehr Wasser da ist.	Das Gletschereis, weil dieses über dem Wasser-spiegel ist.
Das Eis des Südpols, weil dieses auf festem Grund ist, und nicht wie der Nordpol direkt im Wasser schwimmt. Wenn dieses Eis schmilzt erweitert sich die Menge des Wassers und der Meeresspiegel steigt.	Das Eis das sich auf Festland befindet, also zB das Südpoleis. Eisberge sind in diesem Sinn nicht gefährlich. Eis das auf Kontinentalmasse ist schmilzt und rutscht sozusagen ins Meer, d.h. die Masse und das Volumen nehmen zu.
Südpol → das Eis schmilzt unterhalb weg, wegen der Meeresströmungen.	Gletscher, weil der am Südpol gestanden ist und dadurch schmilzt.
Das Schelfeis (zB Südpol) spielt die wesentliche Rolle.	Der Gletscher am Südpol. Wenn dieser schmilzt sinkt der Südpol und im Fall unseres Experiments ging auch Afrika unter.
Das Eis am Südpol, weil es im Süden immer wärmer ist.	die Eisblöcke im Meer.
Der Nordpol da die Sonne von oben rauf scheint.	Polareis.

Zweite Frage: Antworten von Schüler/innen mit Migrationshintergrund sind hellgrau hinterlegt.

Im Nachtest meinten die meisten Schülerinnen, dass sich der Wasserstand nicht ändert. In ihren Begründungen griffen sie teilweise wieder auf Größen, wie Masse und Volumen zurück. Auch vom Verdrängen des Wassers durch den schwimmenden

Eiswürfel war die Rede. Im Vergleich zur HS Klasse erkannten die meisten Schülerinnen, dass sich das beobachtete Ergebnis des Experiments mit ihren Vorstellungen zum Sachverhalt nicht erklären lässt. Sie nahmen dadurch Abstand von Begründungen, die darauf basierten, dass der Eiswürfel auch aus Wasser besteht oder dass die aus dem Wasser herausragenden Teile des Eiswürfels beim Schmelzen zum Überlaufen des Aquariums beitragen würden. Viele der neuen Begründungsversuche waren jedoch nicht ganz plausibel, wobei die inhaltlichen Unsicherheiten auf die fehlende Vorstellung vom Konzept der Dichte und dessen richtige Anwendung im vorliegenden Fall zurückzuführen sind. Während des Unterrichts erkannte die Physiklehrerin diese Verständnisschwierigkeiten (Szene B7(BHS,63)). Das fehlende Wissen verwehrte es den meisten Schülerinnen ihre Meinungen physikalisch zu begründen.

Diese Tabelle zeigt einige Antworten der Schülerinnen auf die zweite Frage. In der ersten Spalte, also im Vortest, fielen besonders jene Antworten auf, die auf eine Fehlvorstellung vom Weltbild hindeuten (etwa die Aussagen: „Im Süden ist es immer wärmer“ oder „Am Nordpol scheint die Sonne immer von oben“). Ähnlich wie in der HS Klasse konnten die Schülerinnen der BHS Klasse die Überlegungen aus der ersten Frage nicht mit dieser Problemstellung verknüpfen.

Nach erfolgter Vorführung des Demonstrationsexperiments änderten einige Schülerinnen (beim Nachtest) ihre Meinungen, wobei sie auch die wesentliche Ursache für den Effekt des Anstiegs des Wasserspiegels erkannten. Nämlich, dass es darauf ankommt, ob das schmelzende Eis im Wasser schwimmt oder sich auf einer Landmasse über dem Wasserspiegel befindet. Andere Schülerinnen wiederum änderten zwar auch ihre Meinung bzw. die dazugehörige Erklärung oder Vorstellung, konnten jedoch die Erkenntnis aus dem vorgeführten Experiment nicht abstrahieren und verallgemeinern. Auch im Unterricht wurde verabsäumt diesen wichtigen Denkprozess anzukurbeln, um einem Verständnis des beobachteten Phänomens auf physikalischer Ebene zu begegnen.

Wie erwartet passierten den Schülerinnen meist nur Flüchtigkeitsfehler was die Rechtschreibung und Grammatik anbelangt. Die inhaltlichen Verständnisprobleme waren trotz des Altersunterschieds auch in der BHS Klasse weit verbreitet.

**Gruppe C**

Hauptschule

<i>Beschreibe dir bekannte Unterschiede zwischen einem Festkörper und einer Flüssigkeit.</i>	
<b>VORHER</b>	<b>NACHHER</b>
einen Festkörper kann man leichter von einem Ort zum anderen bringen. ein Festkörper ist ein fester Gegenstand und eine Flüssigkeit ist ein flüssiger Körper. Flüssigkeiten haben Teilchen die sich bewegen können im Gegensatz zum Festkörper.	Festkörper kann man besser transportieren als Flüssigkeiten. Ein Unterschied sind auch die Teilchen.
Ein Festkörper ist im festen Zustand und eine Flüssigkeit ist im flüssigen Zustand.	Festkörper: Es ist sehr fest zusammengepresst Flüssigkeit: Es ist nicht so hart zusammengepresst
Bei einem Festkörper fest zusammen und bei einer Flüssigkeit nicht. Festkörper kann man angreifen, Flüssigkeit nicht.	Festkörper: sind die Teilchen fest beisamen. Flüssigkeit: sind die Teilchen nicht fest beisamen.
Der Festkörper ist fest aneinandergereiht. Im flüssigen Zustand haben die Atome mehr Platz.	Im Festkörper sind die Teilchen dicht aneinander gereiht. Im Flüssigen Körper haben die Teilchen mehr Platz sich zu bewegen.
Festkörper sind feste Gegenstände und Flüssigkeiten sind flüssige Gegenstände wie z.B. Wasser. Festkörper haben Teilchen die fest aneinander gereiht sind und die sich nicht bewegen können. Flüssigkeiten haben Teilchen die sich bewegen können.	Ein Festkörper hat feste Teilchen die dicht aneinander gereiht sind. Eine Flüssigkeit hat Teilchen die nicht dicht aneinander gereiht sind, aber es hat mehr Teilchen als Gas.
Einen Festkörper kann man in der Hand halten. Das Blut im Menschen ist auch Flüssigkeit.	Den Festkörper kann man anfassen. Flüssigkeit kann man fasst nicht zerdrücken.
Beim Festkörper sind die Teilchen dicht beieinander. Bei Flüssigkeit sind die Teilchen nebeneinander und können sich nicht bewegen.	Festkörper kann man nicht umformen. Flüssigkeit kann man umformen.

Erste Frage: Antworten von Schüler/innen mit Migrationshintergrund sind hellgrau hinterlegt.

Aus den in der obigen Tabelle zusammengestellten Schüler/innenantworten lassen sich erneut Parallelen zwischen Schüler/innen mit und ohne Migrationshintergrund erkennen, was die Vorstellungen von Flüssigkeiten und Festkörpern angeht. Der oft genannte Unterschied zwischen einem Festkörper und einer Flüssigkeit bezog sich auf die Beweglichkeit und Anordnung der Teilchen, wobei den „Festkörperteilchen“ ein „dichteres“ Zusammenliegen zugeschrieben wurde. Diese Schüler/innen argumentierten auf einem abstrakten Niveau mithilfe des Teilchenmodells, das ihnen bereits bekannt war. Einigen Schüler/innen fehlte jedoch diese abstrakte Denkweise. Unterschiede zwischen Festkörpern und Flüssigkeiten sehen sie in der „Greifbarkeit“ und Transportfähigkeit dieser beiden Zustände. Hier ließen sich starke Einflüsse aus

dem Alltag erkennen. Tatsächlich lässt sich Wasser mit den Händen „schwieriger“ transportieren als ein Stein, da das Wasser zwischen den Fingern „durchgeht“.

An dieser Stelle zeigen sich also Verständnisprobleme ähnlich den in den Videoanalysen beobachteten, die mit dem Begriff „Zusammendrückbarkeit“ zu tun hatten. Auch dort hatten die Schüler/innen Probleme mit der abstrakten, nicht auf den Körper (Hand) bezogenen Auslegung des Begriffes, was wiederum zu inhaltlichen Verständnisproblemen geführt hat.

Beim Vergleichen des Vor- mit dem Nachtest konnte beobachtet werden, dass die Antworten der Schüler/innen vom stattgefundenen Unterricht wesentlich beeinflusst wurden. So wurde etwa mit der Kompressibilität (Zusammendrückbarkeit), der Verformbarkeit (Festkörper kann man nicht verformen, Flüssigkeiten schon.) argumentiert. Dabei geben viele dieser Antworten Hinweise auf weiterhin bestehende Verständnisprobleme. So sind Flüssigkeiten nicht zusammendrückbar, Festkörper dagegen kann man angreifen. Das heißt die im Unterricht „angebotenen“ physikalischen Eigenschaften und Modelle (Teilchenmodell) wurden zwar akzeptiert, bei einigen Schüler/innen dominierten jedoch nach wie vor auf den menschlichen Körper bezogene „phänomenologische“ Alltagserfahrungen, die als Quelle für Unterschiede zwischen Festkörpern und Flüssigkeiten herangezogen wurden.

Holprige Formulierungen, wie „der Festkörper ist fest aneinandergereiht“ (seine Teilchen sind fest aneinandergereiht) oder „ein Festkörper hat feste Teilchen“ (unbewegliche Teilchen) können eher auf sprachliche Schwierigkeiten zurückgeführt werden. Wobei die zweite Formulierung darauf hindeutet, dass hier den Teilchen die makroskopischen Eigenschaften des Stoffes zugeschrieben werden. Auch die Formulierung „Ein Unterschied sind auch die Teilchen“ weist möglicherweise auf diese Fehlvorstellung vom Teilchenmodell hin. Das heißt, hier werden den Teilchen selbst Eigenschaften der Stoffe (der makroskopischen Körper) zugeordnet (vgl. Fischer/Lichtfeldt, 2007, S. 219).

Die Aussage „Eine Flüssigkeit hat Teilchen die nicht dicht aneinander gereiht sind, aber es hat mehr Teilchen als Gas“ deutet womöglich auf eine Schwäche des Teilchenmodells hin, in dem natürlich die Teilchen im Vordergrund stehen, die Teilchen-

darstellung der unterschiedlichen Zustandsformen (übliche Darstellungen: geordnete Teilchen, Gitter bei Festkörpern; durcheinander schwirrende Teilchen bei Gasen, meist werden hier weniger Teilchen als im Fall von Festkörpern gezeichnet) scheinen einige Schüler/innen „1:1“, ohne den notwendigen Schritt in Richtung Abstraktion zu gehen, zu übernehmen.

Kannst du den Unterschied zwischen Verdunsten und Verdampfen von Wasser erklären? Nenne Beispiele fürs Verdunsten und Beispiele fürs Verdampfen.	
VORHER	NACHHER
Beim Verdunsten wird nicht der Siedepunkt der Flüssigkeit erreicht. Jedoch wird zum Verdampfen der volle Siedepunkt erreicht. Dadurch verdampft mehr als beim Verdunsten!	Beim Verdunsten wird nicht der volle Siedepunkt erreicht um Wasserdampf entstehen zu lassen. Beim Verdampfen wird der volle Siedepunkt erreicht.
Man braucht 100°C um es zu Verdampfen zu bringen. Verdunsten ist wenn die Wäsche zu Trocknen beginnt.	Verdunsten: wenn es knapp beim Verdampfen ist Verdampfen: Das Wasser hat mehr als 100°C
Beim Verdunsten wird Wasser erwärmt. Beim Verdampfen wird Wasser erhitzt.	Das Erhitzen vom Wasser nennt man Verdampfen
Beim Verdunsten wird Wasser erwärmt. Beim Verdampfen wird das Wasser erhitzt.	Beim Verdunsten verschwindet Wasser und man kann das nicht sehen. Beim Verdampfen siedet das Wasser und man kann den Wasserdampf sehen.
Beim Verdampfen wird das Wasser erhitzt und es steigen Rauchwolken. Beim Verdunsten wird das Wasser erwärmt.	Beim Verdampfen wird eine Flüssigkeit erhitzt. Beim Verdunsten wird eine Flüssigkeit erwärmt.
Beim Verdunsten wird das Wasser erwärmt.	Um Wasser zum Verdunsten zu bringen wärmt man es bis 100°C und man legt eine Scheibe drüber das man es sieht. Verdampfen ist genau das gleiche nur ...

Zweite Frage: Antworten von Schüler/innen mit Migrationshintergrund sind hellgrau hinterlegt.

Einige Antworten auf die zweite Frage wurden in der oberen Tabelle zusammengestellt. Sowohl im Vor- als auch im Nachtest zeigten sich große Qualitätsunterschiede in den Erklärungsversuchen der Schüler/innen. Nur wenige Schüler/innen argumentierten mit dem Siedepunkt als „Trennfaktor“ zwischen Verdampfen und Verdunsten. Bei den übrigen Antworten ist aufgefallen, dass die Ähnlichkeit der Wörter Verdampfen und Verdunsten ebenfalls durch Verwendung ähnlicher Wörter (*erwärmen* und *erhitzen*) zu erklären versucht wurde. Auch bei dieser Frage hatten die Alltagserfahrungen großen Einfluss auf die Schüler/innen (Wäschetrocknen, Wasser im menschlichen Körper, Rauchwolken, Regen) genommen. Die Antworten bewegten sich also auf einer sehr „konkreten“ Ebene, viele Schüler/innen waren nicht im Stande auf abstrakter Ebene unter Verwendung physikalischer Begriffe zu argumentieren.

Auch beim Nachtest waren in den Antworten viele verschiedene Ideen vertreten. Nur wenige Erklärungsversuche beinhalteten den Siedepunkt von Wasser, obwohl dies im Unterricht genau besprochen wurde. Stattdessen ließen sich Einflüsse vom durchgeführten Demonstrationsexperiment, in dem die Phasenübergänge von Wasser gezeigt wurden, wiederfinden. Etwa: „und man legt eine Scheibe drüber das man es sieht“. Obwohl im Unterricht auch die Sichtbarkeit von Dunst und Dampf besprochen wurde (da einige Schüler/innen meinten, Dampf also in weiterer Folge auch Gas sei sichtbar), konnte die Thematisierung dieser Problematik offensichtlich nicht alle Schüler/innen überzeugen. Die Erklärung „Verdampfen: Das Wasser hat mehr als 100°C“ deutet wiederum auf eine Fehlvorstellung vom Siedeprozess hin.

Abgesehen von Ähnlichkeiten zwischen Schüler/innen mit und ohne Migrationshintergrund was die Antwortinhalte bzw. Begründungen betrifft, kann auch aus diesen Daten eine mangelhafte Ausprägung der wissenschaftlichen, abstrakten Denk- und Argumentationsweise bei den Schüler/innen mit und ohne Migrationshintergrund abgelesen werden.

<i>Wie könnte man mit einem Versuch die Übergänge von Eis zu Wasser und Wasserdampf zeigen?</i>	
<b>VORHER</b>	<b>NACHHER</b>
Man nimmt ein Eis und gibt es in Wasser. Das Eis schmilzt. Es geht vom festen in den Flüssigen Zustand über.	Man nimmt ein Eis und gibt es in ein Glas. Dann gibt man das Glas auf einen Bunsenbrenner. Das Eis schmilzt. Es geht zuerst vom Eis zu Wasser und dann zu Wasserdampf.
Wenn man Eis in ein Gefäß gibt und darunter eine Flamme hält fängt das Eis an zu schmelzen und wird zu Wasser.	Man könnte das Eis schmelzen und dann wird es zu Wasser später lässt man es noch ein wenig über der Flamme bis es zu Wasserdampf wird.
Man nimmt ein Eiswürfel und erwärmt ihn, dann schmilzt er langsam. Dann das geschmolzene Wasser kochen bis es zu Wasserdampf wird.	Man gibt Eiswürfel in ein Glasbecher und erhitzt es mit einem Brenner. Man erhitzt das bis es Wasser wird und dann bis es Wasserdampf kommt.
Man nimmt Eis im Wasser dann schmilzt es und geht zum Festen in den flüssigen unter.	Man nimmt ein Eis und stellt es in einem Becher nachher wird das Eis erhitzt mit einem Bunsenbrenner. später wenn das Eis geschmolzen ist in einem Becher hineingissen. Zuletzt wird die flüssigkeit erwärmt und es steigt der Wasserdampf.

Dritte Frage: Antworten von Schüler/innen mit Migrationshintergrund sind hellgrau hinterlegt.

Bei der dritten Frage waren alle Schüler/innen sehr kreativ was die Versuchsvorschläge zur Demonstration von Zustandsänderungen betrifft. Im Gegensatz zum Vortest enthielten die schriftlichen Beiträge der Schüler/innen im Nachtest mehr fachspezifisches Vokabular (Becherglas, Bunsenbrenner, Schmelzwärme, Wärme,...).

Außerdem waren die Beschreibungen der Schüler/innen mit Migrationshintergrund sowohl wortreicher als auch reicher was den Inhalt anbelangt.

Sprachliche Auffälligkeiten: Insgesamt ist deutlich zu erkennen, dass grammatikalische Unsicherheiten überwiegend den Schüler/innen mit Migrationshintergrund zuzuschreiben sind. Orthographische Fehler betrafen eher alle Schüler/innen. Neben allgemeinen grammatikalischen Mängeln (falsche und unvollständige Artikel: „in einem Becher hineingissen“; „gibt es in Wasser“; Fallbildung: „in einen Becherglas“; „man niemt ein Eiswürfel“; Wordbildung: „schmelzt“; Rechtschreibung: „man niemt“, „dan“, „erwährmt“, „ensteh“,...), hatten Schüler/innen mit Migrationshintergrund Schwierigkeiten beim Formulieren physikalischer Vorgänge („geht vom Festen in den Flüssigen unter“; „es geht zuerst von Eis zu Wasser und dann zu Wasserdampf“; „wärmt man es bis 100 °C“; „man tut das Wasser weiter mit 100 °C erwärmen“).

### Islamisches Gymnasium

Einige Schüler/innen beschrieben den Unterschied zwischen Festkörpern und Flüssigkeiten mit Hilfe des Teilchenmodells, das ihnen bereits bekannt war. Sie versuchten den Unterschied physikalisch (abstrakt) zu erfassen. Andere Schüler/innen wiederum konnten Unterschiede zwischen Festkörpern und Flüssigkeiten, wie bereits auch in der HS Klasse beobachtet, nur auf der „konkreten“ Ebene beschreiben. Dabei wurden Eigenschaften wie Verformbarkeit, Härte, Schmelzbarkeit oder Beweglichkeit herangezogen.

<i>Beschreibe dir bekannte Unterschiede zwischen einem Festkörper und einer Flüssigkeit.</i>	
<b>VORHER</b>	<b>NACHHER</b>
Die Festkörper haben gleichmäßige Atome und sie sind ganz eng zusammen. Die Atome die unregelmäßig und nicht eng zusammen sind nennt man flüssig.	Bei Festkörper sind die Atome ganz ganz eng zusammen und sind regelmäßig. Bei Flüssigkeit sind die Atome die nicht eng zusammen sind und unregelmäßig sind. Bei Flüssigkeit sind die Atome auch frei beweglich.
Ein Festkörper ist hart wie z.B. Eis Eine Flüssigkeit ist weich wie z.B. Wasser	Ein Festkörper ist fest. Flüssigkeit ist flüssig. Ein Festkörper ist nicht frei beweglich. Flüssigkeit ist wenig beweglich.
Festkörper ist in einem festen Zustand und kann nicht schmelzen es sei denn man gießt heißes Wasser darauf. Flüssigkeit ist kann nicht verdampfen.	Festkörper: Festkörper ist in einer festen Form und wenn man den Festkörper schmilzt dann wird es zu Flüssigkeit. Flüssigkeit: Ist in einer Flüssigen Form und man kann es nicht schmelzen.
Ein Festkörper ist fest. Eine Flüssigkeit ist flüssig. Ein Festkörper bewegt sich nicht, aber die Flüssigkeit ist in Bewegung. Ein Festkörper ist zB: Eis und ein flüssiger Wasser.	Fest = Fest = Eis (Zeichnung: Eiswürfeln im Glas) Flüssig = flüssig = Wasser (Zeichnung: Wasserwelle)

Erste Frage: Antworten von Schüler/innen mit Migrationshintergrund sind hellgrau hinterlegt.

Aber auch, bereits in der HS Klasse beobachtete, Fehlinterpretationen des Teilchenmodells konnten aus den Antworten der Schüler/innen herausgelesen werden. So stellten die Schüler/innen zwar die Teilchen in den Vordergrund ihrer Erklärungen, schrieben jedoch den Teilchen selbst Eigenschaften zu, die wiederum die „makroskopischen“ Eigenschaften der unterschiedlichen Aggregatzustände (hier: fest und flüssig) erklären (vgl. Fischler/Lichtfeldt, 2007, S. 219). Etwa: „Die Festkörper haben gleichmäßige Atome oder die Atome sind ganz ganz eng und sind unregelmäßig“ (statt: Die Atome in einem Festkörper sind regelmäßig angeordnet); „wenn alle Atome fest nebeneinander stehen und fest sind“ (gemeint ist hier offenbar die Unbeweglichkeit der Atome in Festkörpern).

<i>Kannst du den Unterschied zwischen Verdunsten und Verdampfen von Wasser erklären? Nenne Beispiele fürs Verdunsten und Beispiele fürs Verdampfen.</i>	
<b>VORHER</b>	<b>NACHHER</b>
Verdampfen: wenn man Wasser in einem Topf auf den Herd rauflegt wird das Wasser zu kochen anfangen. Wenn das Wasser anfängt zu kochen heißt das Verdampfen. Verdunsten: ist wenn das Wasser im gekochten Topf immer weniger wird. Das heißt Verdunsten.	Verdunsten tut es wenn man ein Topf voll mit Wasser hat und es anfängt zu kochen wird das Wasser verdunsten. Es wird weniger. Verdunsten: tut es wenn das Wasser im Topf immer weniger wird in dem es Verdunstet. Es wird Rauch und Verdunstet.
Verdunsten ist, wenn man Wasser auf dem Boden schüttet und nach einpaar Minuten ist es weg. Verdampfen ist, wenn mann Wasser kocht und es verdampft.	Verdunsten ist, wenn man Wasser auf dem Boden schüttet und das Wasser verschwindet nach fünf Minuten. Verdampfen ist, wenn man das Wasser kocht und es siedet. Dann verdampft das Wasser.
Beim Verdunsten steigt Gas auf und beim Verdampfen steigt weiße Luft auf.	Wenn man ein Bisschen Wasser auf den Boden schüttet trocknet es und das nennt man verdunsten. Verdampfen nennt man irgendwas.

Zweite Frage: Antworten von Schüler/innen mit Migrationshintergrund sind hellgrau hinterlegt.

Bei der Auswertung der zweiten Frage muss berücksichtigt werden, dass der Unterschied zwischen Verdampfen und Verdunsten im Unterricht nicht besprochen wurde. Einige Schüler/innen beantworteten diese Frage inhaltlich richtig, wobei sie sich auf den Siedepunkt bezogen haben. Es kamen aber auch zahlreiche Antworten, die sich nicht auf der abstrakten Ebene bewegten, sondern auf Begriffen und Erfahrungen aus dem Alltag aufbauten (Wasser kochen oder Wasser, etwa auf den Boden, schütten). Daraus ist natürlich nicht unmittelbar zu folgern, dass diese Schüler/innen nicht zwischen Verdunsten und Verdampfen unterscheiden können, denn viele Schüler/innen dieser „konkreten“ Gruppe deuteten (richtigerweise) darauf hin, dass Wasser beim Kochen (also beim Sieden) verdampft.

Folgende Verständnisprobleme konnten aus den schriftlichen Antworten der Schüler/innen herausgelesen werden: „Beim Verdunsten steigt Gas auf und beim Verdampfen steigt weiße Luft auf“, das heißt hier wird zwischen Gas und Luft (bzw. zwischen „sichtbarer“ Luft (Wasserdampf) und „unsichtbarer“ Luft (Gas)) unterschieden. Auch das Fragment „Es wird Rauch und Verdunsten“ deutet auf Verständnisschwierigkeiten von „Gas“ hin, Rauch wird phänomenologisch (Verdunsten) mit Gas gleichgesetzt. Insbesondere schien der Prozess des Verdunstens vielen Schüler/innen Probleme zu machen: „Verdunsten ist, wenn man Wasser auf dem Boden schüttet und nach einpaar Minuten ist es weg“; „Wenn man ein Bisschen Wasser auf den Boden schüttet trocknet es und das nennt man verdunsten“; „Verdunsten ist, wenn man Wasser auf dem Boden schüttet und das Wasser verschwindet nach fünf Minuten“. Der Prozess des Verdunstens (auf Teilchenebene) scheint mit dem Prozess des Trocknens (auf makroskopischer Ebene) gleichgesetzt zu werden. Hierbei scheint die Beschreibung also völlig von der physikalischen Sichtweise entkoppelt, auf Erfahrungen aus dem Alltag basierend stattzufinden.

Da die dritte Fragestellung im Unterricht nicht behandelt wurde, wird diese auch im Rahmen der Auswertung nicht näher behandelt.

Sprachlich betrachtet waren die schriftlichen Antworten der Schüler/innen weniger mit orthographischen Fehlern (Groß-/Kleinschreibung), fehlerhaften Verbkonjugationen (schmelzt) durchsägt, als es in der Hauptschule der Fall war. Wieder fielen Probleme beim Formulieren konkreter physikalischer Vorgänge auf (z.B. Eiswürfel danach Wasser; und nach Wasser tut es verdampfen, ohne hohe Temperatur bzw. ohne Kochen). Auch Fehler, wie falsche Fallbildung (den Eis reinlegen), falsche Artikelwahl (ein flüssiger Wasser), Wahl unpassender bzw. fehlende Wörter, fehlende Präpositionen (es wird Rauch, bei Festkörper), Passivbildung (im gekochten Topf), Stil (Verdunsten ist wenn...), Wortverwechslungen (ungleichmäßig, regelmäßig, gleichmäßig) machen den Schüler/innen offensichtlich ebenfalls Probleme.

#### **4.3.2 Zusammenfassung der Auswertung der Wissenschecks**

Erwartungsgemäß hatten sprachlich schwächere Schüler/innen mit Migrationshintergrund häufiger Probleme mit der Orthographie, der Grammatik und Stilistik als ihre „einheimischen“ Mitschüler/innen. Was die inhaltlichen Schwierigkeiten angeht, so konnten auch bei der Auswertung der schriftlichen Leistungen weitgehend Parallelen

zwischen Schüler/innengruppen mit und ohne Migrationshintergrund, zwischen sprachlich starken und sprachlich schwächeren Schüler/innen beobachtet werden (s. dazu die jeweilige Auswertung der Fragestellungen).

Folgende Graphiken stellen die Veränderungen des Wissensstands vor und nach dem durchgeführten Physikunterricht dar, dabei wurde nicht zwischen Schüler/innen mit und ohne Migrationshintergrund unterschieden. Vielmehr geht es darum zu überprüfen inwiefern die erprobten Unterrichtskonzepte und Unterrichtsmaterialien alle Schüler/innen angesprochen haben. Des Weiteren wäre eine gesonderte Datenauswertung hinsichtlich dieses Merkmals nicht sinnvoll gewesen, da einerseits die Rahmenbedingungen in den hospitierten Klassen unterschiedlich waren, andererseits die Unterrichtsdurchführungen in allen Lehrer/innengruppen nur begrenzt vergleichbar waren. Die von den Schüler/innen erhaltenen schriftlichen Rückmeldungen wurden vor dem Hintergrund ihrer inhaltlichen Richtigkeit kategorisiert in die Gruppen: ✓, ~ und ✗. In die erste fielen inhaltlich korrekte, in die zweite richtig beantwortete aber falsch begründete bzw. unvollständige und in die dritte inhaltlich falsche Antworten. Die Prozentangaben beziehen sich auf die Gesamtschüler/innenzahl.

**Gruppe A:** (IGW Klasse: Stoff war den Schüler/innen teilweise bereits bekannt.)

HS (Niederösterreich)					
Frage 1					
	vorher	%	Veränderung in %	nachher	%
✓	11	58	+5	12	63
~	6	32	0	6	32
✗	2	10	-5	1	5
Frage 2					
	vorher	%	Veränderung in %	nachher	%
✓	5	21	+4	6	25
~	3	13	+4	4	17
✗	11	46	-8	9	38

BRG (Oberstufe)					
Frage 1					
	vorher	%	Veränderung in %	nachher	%
✓	6	60	+10	7	70
~	2	20	-10	1	10
✗	2	20	0	2	20
Frage 2					
	vorher	%	Veränderung in %	nachher	%
✓	4	40	+20	6	60
~	6	60	-20	4	40
✗	1	10	0	1	10

**Gruppe B:** (HS Klasse: Stoff war den Schüler/innen teilweise bereits bekannt.)

HS (Wien)					
Frage 1					
	vorher	%	Veränderung in %	nachher	%
✓	0	0	+11	2	11
~	9	50	-17	6	33
✗	9	50	+6	10	56
Frage 2					
	vorher	%	Veränderung in %	nachher	%
✓	1	6	0	1	6
~	5	28	-6	4	22
✗	12	66	+6	13	72

BHS					
Frage 1					
	vorher	%	Veränderung in %	nachher	%
✓	2	9	+26	8	35
~	3	13	+26	9	39
✗	18	78	-52	6	26
Frage 2					
	vorher	%	Veränderung in %	nachher	%
✓	1	4	+18	5	22
~	10	43	+13	13	56
✗	12	53	-31	5	22

**Gruppe C:** (IGW+HS Klasse: Stoff war den Schüler/innen teilweise bereits bekannt.)

IGW (Oberstufe)					
<i>Frage 1</i>					
	<b>vorher</b>	<b>%</b>	<b>Veränderung in %</b>	<b>nachher</b>	<b>%</b>
✓	6	25	0	6	25
~	8	33	+21	13	54
✗	10	42	-21	5	21
<i>Frage 2</i>					
	<b>vorher</b>	<b>%</b>	<b>Veränderung in %</b>	<b>nachher</b>	<b>%</b>
✓	7	29	+54	20	83
~	7	29	-12	4	17
✗	10	42	-42	0	0

IGW (Unterstufe)					
<i>Frage 1</i>					
	<b>vorher</b>	<b>%</b>	<b>Veränderung in %</b>	<b>nachher</b>	<b>%</b>
✓	4	29	-8	3	21
~	3	21	+22	6	43
✗	7	50	-14	5	36
<i>Frage 2</i> im IGW Unterricht nicht behandelt					
<i>Frage 3</i> offene Frage (nicht gewertet)					

In allen Fällen konnte ein Wissenszuwachs bei den Schüler/innen festgestellt werden, außer bei der zweiten in der HS Klasse gestellten Frage. Natürlich geht der Wissenszuwachs nicht Hand in Hand mit dem Verständnisszuwachs, denn ein solcher kann auch bei einer inhaltlich korrekt verfassten Begründung nicht vorliegen. Aus diesem Grund sind die folgenden Grafiken nicht ohne Vorbehalte zu lesen. Die kritische Einstellung wird außerdem durch die Erkenntnisse der durchgeführten Videoanalysen verstärkt, in denen beobachtet werden konnte, dass viele der Verständnisprobleme in den Physikunterrichtseinheiten nicht von den Lehrkräften aufgegriffen und deshalb auch nicht behandelt wurden. Grundsätzlich kann aus den Daten wenigstens ein Hinweis auf die Effektivität der Unterrichtskonzepte gewonnen werden. Die vom MINA-Lehrkräfteteam entwickelten Unterrichtsmaterialien und Unterrichtskonzepte bewährten sich in der Erprobungsphase.

Die umfangreiche Datenbasis die drei Perspektiven (Unterricht, Schüler/innen und Physiklehrkräfte) umfasste, ermöglichte einen guten Einblick in die Situation von Schüler/innen mit Migrationshintergrund im Physikunterricht. Die Ergebnisse und Erkenntnisse der vorliegenden Studie werden im folgenden Kapitel zusammengefasst.

## 5. ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Das MINA Lehrkräfteteam arbeitete an Unterrichtskonzepten und -materialien, die die besonderen Bedürfnisse vieler Schüler/innen mit Migrationshintergrund (Sprache) berücksichtigen sollten. Diese Unterrichtskonzepte und -materialien wurden anschließend an unterschiedlichen Schultypen erprobt (s. Kapitel 3.2).

Die Physikstunden wurden hospitiert und im Rahmen der vorliegenden Arbeit auf sprachlicher und inhaltlicher Ebene analysiert. Die hauptsächlich auf Videoanalysen (s. Kapitel 3.2.1) basierende Untersuchung einiger Physikstunden zum Themengebiet Wärme lieferte einen aufschlussreichen Einblick in die sprachlichen Interaktionen und Verständnisschwierigkeiten von Schüler/innen mit, aber auch von jenen ohne Migrationshintergrund. Aus den gesammelten und interpretierten Daten können die eingangs gestellten Forschungsfragen beantwortet werden:

- Ist es den MINA Lehrkräften gelungen den Physikunterricht sprachfördernd zu gestalten?

Ja, den (meisten) MINA Lehrkräften ist es gelungen den Physikunterricht sprachfördernd zu gestalten. Dies gelang durch Verlagerung der Redeanteile zu Gunsten der Schüler/innen, durch den Wechsel von Sozialformen, also durch Einbau vieler ausgedehnter schüler/innenzentrierter Unterrichtsphasen (z.B. Gruppenarbeiten, Präsentationen) und durch den Einsatz der von den MINA Lehrkräften entwickelten Materialien.

Es ist jedoch anzumerken, dass sprachintensive Unterrichtsphasen nicht unbedingt die Fachsprache (etwa den Umgang mit Fachbegriffen, das Sprechen über abstrakte Modelle usw.) fördern müssen, was das eigentliche Ziel der entwickelten Unterrichtskonzepte und -materialien war. Manche der entwickelten Unterrichtsmaterialien (alle Unterrichtsmaterialien befinden sich im Anhang) regten die Schüler/innen zwar zu intensiven sprachlichen Interaktionen an, bei denen jedoch nicht die gerade behandelten physikalischen Inhalte im Vordergrund standen (s. Kapitel 4.1). Oftmals waren es mathematische Schwierigkeiten (etwa in der BRG Klasse), die den Fokus vom eigentlichen physikalischen Inhalt abgelenkt haben und die Schüler/innen zu inhaltsfernen sprachlichen Interaktionen führten und somit „kostbare“ Zeit zur inhaltlichen

Auseinandersetzung verloren ging. Klarerweise bildet die mathematische Auswertung von Messdaten oder Umrechnungsarbeiten einen wesentlichen Bestandteil der physikalischen Arbeitsweise, sie sollten im Rahmen des sprachfördernden Physikunterrichts jedoch nicht im Vordergrund stehen und die physikalischen Inhalte „verdecken“. Natürlich kann nicht behauptet werden, dass diese Interaktionsphasen nicht fruchtbar und für sprachlich schwächere Schüler/innen nicht förderlich seien (in Hinblick auf die Umgangssprache). So gestaltete sich der Physikunterricht in der BHS Klasse in der Weise, dass während der Gruppenphase diese Sprachebene (die Umgangssprache, also die allgemeinsprachliche Kompetenz) gefördert wurde.

Wenn es jedoch darum geht die kognitiv-akademische Sprachkompetenz (nach Cummins, 1979) zu fördern, erscheinen solche Interaktionsphasen nicht als zielführend. Deshalb ist es unabdingbar Aufgaben derart zu stellen, dass sie die Schüler/innen sprachlich aktiv werden lassen, wobei physikalische Inhalte im Zentrum der sprachlichen Auseinandersetzung stehen sollen.

In der sprachlich schwachen HS Klasse versuchte die Physiklehrkraft nicht den Sprachanteil der Schüler/innen zu erhöhen. Die Physikstunde war vom Sprachanteil her betrachtet sehr lehrerdominiert. Der Lehrer bevorzugte in weiten Phasen das „gemeinsame“ Erarbeiten der Aufgabenstellungen, wodurch auch der Individualitätscharakter und die bereichernde Wirkung der Gruppenarbeit (als „Maßnahme“ zur Sprachintensivierung) verloren ging. So konnten sich keine Gespräche zwischen den in Gruppen arbeitenden Schüler/innen entwickeln. Die sprachdominante und lehrerzentrierte Unterrichtsführung gab den Schüler/innen nicht die Chance zur selbstständigen inhaltsbezogenen Spracharbeit. Auf der anderen Seite bot sich den Schüler/innen auf diese Weise die Gelegenheit die Fachsprache passiv (durch zuhören) zu erleben. Passive sprachliche Fähigkeiten sind von großer Bedeutung, denn: „ohne ein entsprechendes Verstehensrepertoire gelingt die Aneignung des „Stoffes“ nicht, den der Unterricht anbietet“ (Gogolin/Neumann/Roth, 2005, S. 12). Es ist darauf zu achten, dass sowohl die passiven als auch die aktiven sprachlichen Fähigkeiten gefördert werden: Gemeinsam mit den passiven haben die aktiven sprachlichen Fähigkeiten einen wesentlichen Einfluss auf die Chancen und auf den Erfolg der Schüler/innen mit Migrationshintergrund im Laufe der Schulkarriere (vgl. Gogolin/Neumann/Roth, 2005, S. 12).

Der Lehrer begründete sein Verhalten mit den mangelnden Sprachkompetenzen der Schüler/innen und mit dem Fehlen der Fähigkeit mit Texten umzugehen. Auf der an-

deren Seite muss bedacht werden, dass jemand, der die Sprache nicht kann diese auch in einer Gruppe (bestehend aus Schüler/innen, die die Sprache, also Deutsch, ebenfalls nicht beherrschen) nicht erlernen kann. Diese Überlegung legitimiert das Verhalten der Physiklehrkraft.

Die Physiklehrerin der HS Klasse und der Physiklehrer der IGW Unterstufenklasse wählten das Methodenwerkzeug „Kärtchentisch“ (s. Anhang A8), das die Schüler/innen zu fachbezogenen sprachlichen Interaktionen anregte. In diesen Klassen ist es den Lehrkräften gelungen den Physikunterricht sprachfördernd zu gestalten, wobei der physikalische Inhalt stets im Vordergrund der Gespräche stand.

Die Physiklehrkraft der IGW Oberstufenklasse (alle Schüler/innen hatten einen Migrationshintergrund) legte einen großen Wert auf eine Auseinandersetzung der Schüler/innen mit authentischen Texten. Dies soll die Schüler/innen nicht nur sprachlich fördern und fordern, sondern in Hinblick auf die Reifeprüfung mit entsprechenden Kompetenzen ausstatten. Der Physiklehrkraft ist es damit gelungen sprachfördernde Unterrichtsphasen zu schaffen. Anzumerken ist jedoch, dass die Inhalte der Gespräche von mathematischen und nicht von physikalischen Problemen geprägt waren (ähnlich wie in der BRG Klasse).

- Wie effektiv waren die Unterrichtskonzepte und -materialien in Hinblick auf den Wissens- und Verständniszuwachs bei Schüler/innen mit und ohne Migrationshintergrund?

Um einen Hinweis auf die Effektivität der Unterrichtskonzepte und -materialien zu erhalten wurde in jeder Klasse ein Vor- und Nachwissenstest durchgeführt (s. Kapitel 4.3). Die Schüler/innen wurden dazu aufgefordert, die Fragen möglichst in ganzen Sätzen zu beantworten. Was die inhaltlichen Schwierigkeiten angeht, konnten bei der Auswertung der schriftlichen Leistungen weitgehend Parallelen zwischen Schüler/innengruppen mit und ohne Migrationshintergrund, zwischen sprachlich starken und sprachlich schwächeren Schüler/innen beobachtet werden, doch dazu später.

Da die entwickelten Unterrichtskonzepte und -materialien allen Schüler/innen gerecht werden sollten (multikulturelle/multilinguale Klassen), wurde bei der Auswertung des Wissenszuwachses nicht zwischen Schüler/innen mit und ohne Migrationshintergrund unterschieden.

Eine gesonderte Datenauswertung hinsichtlich dieses Merkmals (Migrationshintergrund ja oder nein) wäre in Hinblick auf die Fragestellung zwar interessant aber nicht sinnvoll gewesen, da einerseits die Rahmenbedingungen in den hospitierten Klassen unterschiedlich waren, andererseits die Unterrichtsdurchführungen in *allen* Lehrer/innengruppen nur begrenzt vergleichbar waren.

In allen Klassen, außer in der Wiener HS Klasse, konnte durchwegs ein Wissenszuwachs bei den Schüler/innen beobachtet werden. Was womöglich darauf zurückzuführen ist, dass die Physikstunde in der Wiener HS Klasse inhaltlich überladen war. Des Weiteren ist anzumerken, dass die Schüler/innen dieser Klasse (alle mit einem Migrationshintergrund), nach Aussage der Lehrkraft, aus den unteren sozialen Schichten stammen. Migrationshintergrund ist nicht gleich Migrationshintergrund. Bemerkbar machte sich diese Tatsache in den untersuchten Oberstufenklassen, in denen Schüler/innen mit Migrationshintergrund einen „besseren“ sozialen Hintergrund hatten. Dass neben dem sprachlichen Faktor auch der soziale Hintergrund einen wesentlichen Einfluss auf den Schulerfolg der Zielgruppe hat, haben bereits einige Studien gezeigt (z.B. PISA).

Natürlich geht der Wissenszuwachs nicht Hand in Hand mit dem Verständniszuwachs, denn ein solcher kann oder kann nicht, auch bei einer inhaltlich korrekt verfassten Begründung, vorliegen. Aus diesem Grund darf dieses Ergebnis nicht ohne Kritik hingenommen werden. Die kritische Einstellung wird außerdem durch die Erkenntnisse der durchgeführten Videoanalysen verstärkt, in denen beobachtet werden konnte, dass viele der Verständnisprobleme in den Physikunterrichtseinheiten nicht von den Lehrkräften aufgegriffen und deshalb auch nicht behandelt wurden. Ein Hinweis auf die Effektivität der erprobten Unterrichtskonzepte und -materialien kann diesen Daten jedoch entnommen werden (s. Kapitel 4.3). Mit Ausnahme der Schüler/innen der Wiener HS Klasse scheinen alle Schüler/innen von den erprobten Unterrichtskonzepten „erreicht“ worden zu sein. Ein Grund für das schlechtere Abschneiden der HS Schüler/innen könnte, neben den bereits erwähnten Mängeln, die inhaltlich überladene Physikstunde gewesen sein. Zweckmäßiger wäre es womöglich den Inhalt der Stunde zu reduzieren und die Zeit dazu zu verwenden den physikalischen Hintergrund der behandelten Thematik sprachintensiv zu erkunden. Die sprachliche Dominanz der Lehrkräfte und das lehrer/innenzentrierte (oder „gemein-

same“) Erarbeiten von physikalischen Inhalten in sprachlich schwächeren Klassen garantiert keinen Wissenszuwachs bei den Schüler/innen. Die Antworten der befragten Schüler/innen der HS Klasse wiesen darauf hin, dass die Schüler/innen die physikalischen Inhalte nicht erkannt haben (s. Kapitel 4.2.1).

Bei der Auswertung der Wissenschecks war auch ein sprachlicher Fortschritt beobachtbar: Einige Schüler/innen bedienten sich bei der Beschreibung physikalischer Prozesse und bei der schriftlichen Beantwortung der Fragen zum Beispiel neuer, im Unterricht gehörter Phrasen und Satzkonstruktionen (s. Kapitel 4.3).

Die Videoanalysen konnten einen Einblick in den Umgang der Lehrkräfte mit Schüler/innenvorstellungen und Verständnisproblemen im Physikunterricht gewähren. Dabei ist aufgefallen, dass auf viele Verständnisprobleme der Schüler/innen während der beobachteten Unterrichtseinheiten nicht eingegangen wurde, obwohl sich diese in Klassengesprächen offenkundig manifestierten (s. Kapitel 4.1). Doch gerade in solchen Momenten wäre es wichtig, dass diese Verständnisschwierigkeiten von den Lehrkräften aufgegriffen und thematisiert werden.

So wurden beispielsweise in der IGW Oberstufenklasse die beiden Begriffe Energie und Wärme als ähnliche Begriffe in den Raum gestellt, ohne den unterschiedlichen Gebrauch dieser Begriffe in der Physik und dem alltäglichen Sprachgebrauch anzusprechen. In der Physik ist Wärme eine Energieform und die beiden Begriffe sind einander „recht ähnlich“. Das Fehlen dieses Hinweises könnte womöglich bei den Schüler/innen oftmals vorhandene Fehlvorstellungen von Wärme festigen, beispielsweise die „Abkopplung“ des Begriffs Wärme vom Begriff Temperatur, die im Alltag meist synonym gebraucht werden (vgl. Duit, 2007b, S. 195). Der Begriff der Wärme wurde in der beobachteten Unterrichtsstunde auch nicht mehr weiter thematisiert. Gerade aber die inhaltlich richtige Verwendung und Unterscheidung der Begriffe Wärme, Energie und Temperatur ist für das Verständnis der gesamten Thermodynamik unabdingbar. Aus inhaltlicher Sicht konnte diesem Klassengespräch entnommen werden, dass einige Schüler/innen trotz der richtig aus dem Physikbuch abbeschriebenen Definition des Begriffs Brennwert dessen Bedeutung nicht verstanden haben. Der Lehrer reagierte auf diese Anzeichen nicht und ging zum nächsten Thema über. In der BRG Klasse hingegen hat eine Burschengruppe den Zweck eines Versuchs und die Idee der Versuchsdurchführung nicht verstanden, was in der von einem Schüler dieser Gruppe gestellten Frage deutlich zum Ausdruck kam. Die Leh-

rerin ging auf dieses Verständnisproblem nicht ein und gab stattdessen vor, den Versuch noch einmal, entsprechend der Anleitung, zu wiederholen.

Noch eine Situation, diesmal in der BHS Klasse: Auf eine von der Physiklehrerin gestellte Frage antworteten alle Schülerinnen mit einer kollektiven Antwort, die darauf hinwies, dass die meisten Schüler/innen den Versuchsaufbau und das Versuchsziel nicht verstanden haben. Die Lehrerin ging auf diese Kollektivantwort nicht ein, sondern erklärte, was tatsächlich zu beobachten war. Einige Mädchen forderten danach mehr Informationen und fragten nach. Bei der Erklärung ging die Lehrerin nur oberflächlich auf den physikalischen Sachverhalt ein. Der physikalische Inhalt ging dadurch verloren.

Die angeführten Beispiele geben einen Hinweis auf eine teils ungenügsame Aufmerksamkeit der Lehrkräfte bezüglich Fehlvorstellungen und Verständnisprobleme seitens der Schüler/innen. Gerade im Physikunterricht wo die Aufarbeitung von Schüler/innenvorstellungen eine zentrale Rolle in Lern- und Verständnisprozessen spielt, sollten diese Schüler/innenvorstellungen wo nur möglich aufgegriffen und thematisiert werden.

- Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Bereich der Verständnisprobleme und Fehlvorstellungen gibt es zwischen Schüler/innen mit Migrationshintergrund und „einheimischen“ Schüler/innen?

Die im Rahmen der Videoanalysen beobachteten Verständnisprobleme waren einerseits auf die Unterrichtsmaterialien, andererseits auf Schülervorstellungen zurückzuführen, wobei keine relevanten Unterschiede zwischen Schüler/innen mit und ohne Migrationshintergrund festgestellt werden konnten. Vielmehr konnten zwischen diesen Schüler/innengruppen Parallelen gefunden werden.

So hatten Schüler/innen mit und ohne Migrationshintergrund, die mit den Unterrichtsmaterialien der Lehrerguppe A arbeiteten, offensichtlich Verständnisprobleme bei einer Arbeitsanweisung. Die sprachliche, durch die Formulierung bedingte Verwirrung deckte eine Verständnislücke auf, die den besonderen (im Unterricht leider nicht thematisierten) Vorgang der Temperaturmessung während dieses Versuches betraf. Da in unterschiedlichen Gruppen und in beiden Klassen gleiche Verständnisprobleme beobachtet wurden, kam die Vermutung auf, dass die Arbeitsanweisung

tatsächlich verwirrend formuliert war bzw. die eben erwähnte (im Unterricht nicht thematisierte) Problematik der Genauigkeit der Temperaturbestimmung dazu führte. Einige der beobachteten Verständnisschwierigkeiten können auf das Fehlen der notwendigen abstrakten Denkweise der Schüler/innen zurückgeführt werden. Beispielsweise hatten einige Schüler/innen trotz aus dem Physikbuch richtig abgegebener Definitionen des Begriffs Brennpunkt, dessen Bedeutung nicht verstanden. Das kann womöglich an der alltagssprachlichen Assoziation der Wörter „brennen“ und „verbrennen“ liegen, die mit dem „sichtbaren“ Prozess der Verbrennung in Verbindung gebracht werden. Die Schüler/innen hatten somit Schwierigkeiten den Begriff auf einer abstrakten, von der alltäglichen Erfahrungswelt entkoppelten Ebene zu verstehen.

Verständnisprobleme der genannten Art (z.B. fehlende Abstraktion) verursachte auch die unterschiedliche Kompressibilität der einzelnen Zustandsformen des Wassers.

Dies könnte ihren Ursprung einerseits in der Sprache haben, ausgelöst durch die Interferenz ähnlicher Wörter (wie zerdrücken und eindrücken) auf der semantischen Ebene. Andererseits aufgrund der Fehlvorstellung von der Kompressibilität von Stoffen, die in den Vorstellungen dieser Schüler/innen mit der Verformbarkeit verwechselt wird. Das heißt in ihrer Vorstellung wird „Zusammendrücken“ mit einer „Formveränderung“ und nicht mit der „Volumenänderung“ assoziiert. Diese Fehlvorstellung führt dazu, dass die Schüler/innen sowohl Gase als auch Flüssigkeiten für komprimierbar halten, was tatsächlich jedoch nicht der Fall ist. Die Verformbarkeit wird mit greifbaren und sichtbaren Prozessen der Formveränderung verknüpft. Den Schüler/innen ist nicht klar, dass mit „zusammendrückbar“ eine Veränderung (Verkleinerung) des Volumens und nicht (nur) eine Änderung der Form (Begrenzungsflächen) gemeint ist. Einige Schüler/innen halten Wasser und Gas somit nicht für zusammendrückbar, weil ihnen das Wasser und das Gas zwischen den Fingern „durchrutschen“ würde. Auch der Begriff der Verformbarkeit eines Stoffes sorgte für Verständnisschwierigkeiten. So kann nach Vorstellung der Schüler/innen der Wasserdampf etwa nicht verformt werden, da er etwa mit den Händen nicht greifbar ist oder weil er unsichtbar ist. Viele Schüler/innen beziehen ihre Überlegungen also „konkret“ auf die Erfahrungen im Alltag (haptische Erfahrungen), ohne den wichtigen Schritt in Richtung des abstrakten, physikalischen Denkens zu machen.

Schüler/innen mit und ohne Migrationshintergrund hängen in ihren Argumentationen an „konkreten“ Erfahrungen aus dem Alltag und stellen überwiegend haptische Erfahrungen (z.B. Greifen, Fühlen) ins Zentrum ihrer „inhaltlichen“ Überlegungen. Die abstrakte physikalische Denkweise, der Umgang und das Verständnis der abstrakten physikalischen Begriffe müssen erlernt werden.

So argumentierten viele Schüler/innen der BHS und der HS Klasse, dass der im Wasser schwimmende Eiswürfel auch aus Wasser bestünde und somit beim Schmelzen eine Änderung des Wasserstands im Glas hervorrufen müsste. Einige Schüler/innen argumentieren mit dem Volumen und der Masse des Eiswürfels oder des Wassers. Man könnte also annehmen, dass hier bereits gewisse Vorstellungen über den Dichteunterschied von Wasser im flüssigen und festen Zustand vorhanden waren. Die Begriffe der Masse und des Volumens wurden in diesem Zusammenhang jedoch völlig entkoppelt verwendet, konnten also nicht in eine dem Begriff der Dichte entsprechende Relation gebracht werden. Der Umgang mit dem abstrakten Begriff der Dichte schien hier für Verständnisprobleme zu sorgen. Im Nachtest meinten die meisten Schüler/innen, dass sich der Wasserstand nicht ändert. In ihren Begründungen griffen sie teilweise wieder auf Größen, wie Masse und Volumen zurück. Auch vom Verdrängen des Wassers durch den schwimmenden Eiswürfel war die Rede. Im Vergleich zur HS Klasse erkannten die meisten Schülerinnen der BHS Klasse, dass sich das beobachtete Ergebnis des Experiments mit ihren Vorstellungen zum Sachverhalt nicht erklären lässt. Sie nahmen dadurch Abstand von Begründungen, die darauf basierten, dass der Eiswürfel auch aus Wasser besteht oder dass die aus dem Wasser herausragenden Teile des Eiswürfels beim Schmelzen zum Überlaufen des Aquariums beitragen würden. Viele der neuen Begründungsversuche waren jedoch nicht ganz plausibel, wobei die inhaltlichen Unsicherheiten auf die fehlende Vorstellung vom Konzept der Dichte und dessen richtige Anwendung im vorliegenden Fall zurückzuführen sind (s. Kapitel 4.3).

Nun kurz zu Vorstellungen von Flüssigkeiten und Festkörpern. Auch hier gab es Probleme mit der Abstraktion, insbesondere das Teilchenmodell. Der oft genannte Unterschied zwischen einem Festkörper und einer Flüssigkeit bezog sich auf die Beweglichkeit und Anordnung der Teilchen, wobei den „Festkörperteilchen“ ein „dichteres“ Zusammenliegen zugeschrieben wurde. Diese Schüler/innen argumentierten auf einem abstrakten Niveau mithilfe des Teilchenmodells, das ihnen bereits bekannt

war. Einigen Schüler/innen fehlte jedoch diese abstrakte Denkweise. Unterschiede zwischen Festkörpern und Flüssigkeiten sehen sie in der „Greifbarkeit“ und Transportfähigkeit dieser beiden Zustände. Hier ließen sich starke Einflüsse aus dem Alltag erkennen. Tatsächlich lässt sich Wasser mit den Händen „schwieriger“ transportieren als ein Stein, da das Wasser zwischen den Fingern „durchgeht“. (s. Kapitel 4.1 und 4.3)

Beim Vergleichen des Vor- mit dem Nachtest konnte beobachtet werden, dass die Antworten der Schüler/innen vom stattgefundenen Unterricht beeinflusst wurden. So wurde etwa mit der Kompressibilität (Zusammendrückbarkeit), der Verformbarkeit (Festkörper kann man nicht verformen, Flüssigkeiten schon) argumentiert. Dabei geben viele dieser Antworten Hinweise auf weiterhin bestehende Verständnisprobleme. So sind Flüssigkeiten nicht zusammendrückbar, Festkörper dagegen kann man angreifen. Das heißt die im Unterricht „angebotenen“ physikalischen Eigenschaften und Modelle (Teilchenmodell) wurden zwar akzeptiert, bei einigen Schüler/innen dominierten jedoch nach wie vor haptische Alltagserfahrungen, die als Quelle für Unterschiede zwischen Festkörpern und Flüssigkeiten herangezogen wurden.

Formulierungen, wie „der Festkörper ist fest aneinandergereiht“ (seine Teilchen sind fest aneinandergereiht) oder „ein Festkörper hat feste Teilchen“ (unbewegliche Teilchen) können auf sprachliche Schwierigkeiten aber auch auf inhaltliche Fehlvorstellungen, zurückgeführt werden. So könnte etwa die zweite Formulierung darauf hindeuten, dass hier den Teilchen die makroskopischen Eigenschaften des Stoffes zugeschrieben werden. Auch die Formulierung „Ein Unterschied sind auch die Teilchen“ weist möglicherweise auf diese Fehlvorstellung vom Teilchenmodell hin (vgl. Fischler/Lichtfeldt, 2007). Die Aussage „Eine Flüssigkeit hat Teilchen die nicht dicht aneinander gereiht sind, aber es hat mehr Teilchen als Gas“ deutet womöglich auf eine Schwäche des Teilchenmodells (und der Dichte) hin, in dem natürlich die Teilchen im Vordergrund stehen, die Teilchendarstellung der unterschiedlichen Zustandsformen (Darstellungen: geordnete Teilchen, Gitter bei Festkörpern; durcheinander schwirrende Teilchen bei Gasen, meist durch weniger „Teilchen“ als beim Festkörper dargestellt) scheinen einige Schüler/innen „1:1“, ohne den notwendigen Schritt in Richtung Abstraktion (Begriff der Dichte) zu gehen, zu übernehmen.

- Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Bereich des Sprachverhaltens gibt es zwischen Schüler/innen mit Migrationshintergrund und „einheimischen“ Schüler/innen?

Die beobachteten sprachlichen Schwierigkeiten der Schüler/innen mit Migrationshintergrund (Videoanalysen: 4.1, Wissenschecks: 4.3) decken sich mit den aus der Literatur bekannten und im zweiten Kapitel erwähnten. Den Schüler/innengesprächen konnte Folgendes entnommen werden, was die Sprache im Unterricht betrifft: Nur schwere sprachliche Fehler in Wort und Schrift werden im Physikunterricht korrigiert. Angst sprachliche Fehler zu machen, wird einerseits von möglichen unangenehmen Reaktionen seitens der Mitschüler/innen ausgelöst, andererseits durch die Unsicherheit physikalische Begriffe oder Inhalte nicht richtig verbal zu beschreiben und unrichtige Äußerungen zu formulieren. Wobei die Angst vor möglichen unangenehmen Reaktionen seitens der Mitschüler/innen in den sprachlich homogenen Klassen nicht angesprochen wurde (s. Kapitel 4.2.1). Demzufolge scheint die Hemmschwelle zu sinken, wenn Schüler/innen mit Migrationshintergrund mit gleicher Muttersprache untereinander sind. Den Schüler/innen multikultureller/multilingualer Klassen sollte daher bewusst gemacht werden, dass einige ihrer Mitschüler/innen nicht nur eine sondern zwei oder mehrere Sprachen sprechen. Die meisten an den Gesprächen teilnehmenden Schüler/innen mit Migrationshintergrund lehnten es eher ab, im Physikunterricht Aufgabenstellungen in ihrer jeweiligen Muttersprache zu erhalten. Dabei argumentierten sie damit, viele der Fachausdrücke in ihrer Muttersprache nicht zu kennen, was deswegen auch keinen unterstützenden Effekt hätte, wenn es um Verständnisprobleme geht (s. Kapitel 4.2.1).

Abgesehen von den orthographischen und grammatikalischen Fehlern, die von der Gruppe der sprachlich schwächeren Schüler/innen mit Migrationshintergrund öfter „begangen“ werden als von ihren „einheimischen“ Mitschüler/innen (s. Kapitel 4.3) oder von den sprachlichen Hemmungen, was die verbale Interaktion angeht, konnten in Hinblick auf das Sprachverhalten Parallelen zwischen Schüler/innen mit und ohne Migrationshintergrund beobachtet werden.

Bei der Analyse der sprachlichen Interaktionen konnte beobachtet werden, dass Schüler/innen mit und ohne Migrationshintergrund im Physikunterricht dazu neigen

(auch auf offene Fragen) mit Einwortantworten zu reagieren (s. Kapitel 4.1). Womöglich führen inhaltliche Unsicherheiten der Schüler/innen zu diesem Verhalten. Bei einer ausführlichen Antwort könnte der Lehrkraft eine eventuelle inhaltliche Ungeheimtheit auffallen, was mit einer möglichen inhaltsbezogenen Rückfrage seitens der Lehrkraft verbunden wäre. Mit der Nennung von Stichworten (die die Lehrkraft „hören“ will) können Schüler/innen diese Situation vermeiden und zudem fälschlicherweise den Anschein erwecken, den Inhalt verstanden zu haben (Verständnis vortäuschen). Entsprechende Intervention (konsequentes Verlangen von Antworten in ganzen Sätzen) könnte einerseits die sprachlogische Kompetenz (s. Kapitel 2.1.1) und den Umgang mit der fachspezifischen Unterrichtssprache fördern, andererseits den Lehrkräften einen Einblick in möglicherweise vorhandene Fehlvorstellungen bieten. Die Implementierung des „Sprachbewusstseins“ in den Physikunterricht wird sich zwar nicht von heute auf morgen vollziehen lassen, jedoch wäre es sinnvoll und zielführend die „eingefahrene“ Sprechkultur (Schüler/innen nennen die „gewünschten“ Stichwörter) möglichst bald zu überdenken.

Eine weitere Besonderheit im Sprachverhalten von Schüler/innen mit und ohne Migrationshintergrund im Physikunterricht war die beobachtete Tendenz zur Meidung der Nennung von physikalischen Einheiten, Größen, fachspezifischen Ausdrücken und sogar von Bezeichnungen gerade verwendeter Versuchsgeräte während der Gruppengespräche. Das liegt womöglich daran, dass die Gruppengespräche in der Umgangssprache stattfinden, was für die Schüler/innen „bequemer“ ist und diese Begriffe vielleicht nicht in die Sprachkultur der Jugend (eventuell werden diese Begriffe als „uncool“ eingestuft und/oder die Schüler/innen wollen untereinander nicht wie „Streber“ wirken) passen. Dieser Trend scheint sich altersstufen- und schultypübergreifend sowohl bei sprachlich guten, schwächeren und schwachen Schüler/innen beobachten zu lassen. Aber nicht nur eine eventuelle inhaltlich bedingte Unsicherheit, sondern auch die Alltagssprache kann diese Tendenz unterstützen. Beispiel: Im Alltag wird meist nur von Kalorien gesprochen, obwohl es sich „tatsächlich“ (also im physikalischen Sinn) um Kilokalorien handelt. Die Einheiten Joule und Kilojoule werden im Alltag hingegen eher selten verwendet. Auf Lebensmittelverpackungen scheinen hingegen nur die Abkürzungen „kJ“ bzw. „kcal“ auf.

Im Unterschied zu den „einheimischen“ Schüler/innen haben jene mit einer anderen Muttersprache die Möglichkeit in diese auszuweichen. Dabei ist aufgefallen, dass die

Schüler/innen trotz des oftmaligen Ausweichens in die Muttersprache die fachspezifischen Ausdrücke auf Deutsch genannt haben. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass die Schüler/innen diese Begriffe in ihrer Muttersprache nicht kennen.

In den mit Schüler/innen und Lehrkräften geführten Gesprächen konnte diese Annahme bestätigt werden (s. Kapitel 4.2.2). Wenn es also um das Sprachverhalten der Schüler/innen geht, so gibt es neben den zu erwartenden Unterschieden, was die Orthographie und Grammatik betrifft (s. Wissenscheck), auch Gemeinsamkeiten zwischen Schüler/innen mit und ohne Migrationshintergrund. Ein besonderes (aus der Untersuchung hervorgehendes) Bedürfnis der Schüler/innen mit Migrationshintergrund (was die Sprache angeht), das im Physikunterricht berücksichtigt werden sollte, ist die Schaffung von entsprechenden Rahmenbedingungen im Physikunterricht (Aufklärung der „einheimischen“ Schüler/innen über die besondere sprachliche Situation ihrer Mitschüler/innen mit Migrationshintergrund), die mögliche Hemmungen einer aktiven sprachlichen Partizipation dieser Schüler/innengruppe am Physikunterricht reduzieren sollte. Eine Sprachintensivierung des Physikunterrichts hätte vor dem Hintergrund dieser Erkenntnisse eine positive Auswirkung auf alle Physikschüler/innen.

Wenn es um die Untersuchung der Situation der Schüler/innen mit Migrationshintergrund im Physikunterricht geht, könnte abschließend die Frage „Ist es nun die Sprache oder ist es die Physik, die für besondere Bedürfnisse dieser Schüler/innengruppe sorgt?“ gestellt werden. Die aufgrund der aus dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse zeigen:

Es hat sich gezeigt, dass die Verständnisschwierigkeiten und Fehlvorstellungen nicht von der Sprache abzuhängen scheinen. In den meisten Fällen war es die fehlende Abstraktion und das Festhängen an „konkreten“ Alltagserfahrungen (haptische Erfahrungen), die zu inhaltlichen Problemen führte. Das wiederum bedeutet, dass bei der Thematisierung von Verständnisproblemen, Fehlvorstellungen (kurz: Schüler/innenvorstellungen) im Unterricht nicht zwischen Schüler/innen mit und ohne Migrationshintergrund differenziert werden muss. Eine ähnliche Situation konnte beim Sprachverhalten der Schüler/innen beobachtet werden, hier zeigten sich überwiegend Parallelen zwischen den beiden Schüler/innengruppen. Auch in diesem Be-

reich müssen Physiklehrkräfte bei der Einführung entsprechender Maßnahmen nicht zwischen Schüler/innen mit und ohne Migrationshintergrund differenzieren.

Wenn es jedoch um grundlegende sprachliche Kompetenzen geht, so ist aufgefallen, dass sprachlich schwächere Schüler/innen mit Migrationshintergrund insbesondere mit Schwierigkeiten in den Bereichen der Orthographie, Grammatik und des freien Sprechens zu kämpfen haben (s. Kapitel 4.1 und 4.3). Hier scheinen die besonderen Bedürfnisse dieser Schüler/innengruppe zu liegen, hier müssen die Schüler/innen mit Migrationshintergrund besonders unterstützt werden.

#### Vorschläge zur Verbesserung des Physikunterrichts:

Im Folgenden werden drei „good practice“ Kriterien für einen sprachfördernden Physikunterricht vorgestellt, die auf den aus der Untersuchung gewonnenen Erkenntnissen basieren und mit einschlägiger Literatur untermauert werden:

- Geduld, Aufmerksamkeit und Verständnis

Sprachlich schwächere Schüler/innen, insbesondere also jene mit Migrationshintergrund haben mit vielen sprachlichen Schwierigkeiten zu kämpfen, was die betroffenen Schüler/innen im Physikunterricht bei sprachlichen Interaktionen unter Druck setzt. Geduldiges Entgegenkommen kann diesen Druck mindern (vgl. Leisen, 2005b, S. 21). Um sprachliche Hemmungen abzubauen oder zumindest zu minimalisieren muss dafür gesorgt werden, dass sowohl die Mitschüler/innen als auch die Lehrkräfte sprachlichen Misserfolgen verständnisvoll begegnen und die betroffenen Schüler/innen konstruktiv unterstützen (angenehme Rahmenbedingungen schaffen, vgl. Leisen, 2005b, S. 21). Den „einheimischen“ Schüler/innen muss klar gemacht werden, dass diese Schüler/innen zwar Probleme mit dem Deutschen haben, dafür aber zwei oder mehr Sprachen beherrschen.

Eine aufmerksame Verfolgung der sprachlichen Interaktionen der Schüler/innen ermöglicht nicht nur eine rechtzeitige Intervention (sprachliche Korrektur), sondern auch eine rechtzeitige Erkennung von in den Köpfen der Schüler/innen schlummernden Verständnisschwierigkeiten und Fehlvorstellungen.

- Sprachliche Interaktionen fördern (Vgl. dazu auch Kapitel 2.1.3)

Viel zu selten wird im Physikunterricht mit Texten (vor allem produktiv) gearbeitet. Auch schriftliche Leistungen, die einen Einblick in die Verständnisschwierigkeiten

der Schüler/innen bieten, kommen im Physikunterricht möglicherweise zu kurz. Aus den Videoanalysen und den geführten Gesprächen konnte beobachtet werden, dass sowohl Schüler/innen mit als auch ohne Migrationshintergrund das Arbeiten mit Texten im Physikunterricht nicht gewohnt sind. Der geübte Umgang mit Texten ist aber äußerst wichtig, weil Texte eine zentrale Grundlage, und die Textkompetenz eine Schlüsselkompetenz des Lernens darstellen (Schmölzer-Eibinger, 2007, S. 207).

Auch sprachlich schwächeren Schüler/innen sollten Gelegenheiten geboten werden vor Publikum zu sprechen, gerade in gemischten Klassen (also sprachlich inhomogenen) drohen sprachlich schwächere Schüler/innen zu „verstummen“. Deshalb ist es von höchster Priorität alle, sowohl die „einheimischen“ als auch die sprachlich schwächeren Schüler/innen mit Migrationshintergrund, zum aktiven Sprachhandeln im Physikunterricht zu ermuntern (vgl. Leisen, 2005b, S. 21). Dabei ist darauf zu achten, dass nicht bloß die Umgangssprache im Zentrum der Auseinandersetzungen steht. Wichtig ist es die Schüler/innen dazu zu bringen die umgangssprachliche Ebene zu verlassen, um die kognitiv-akademischen Sprachkompetenzen zu fördern, damit die Schüler/innen die neue „physikalische“ Sprachwelt erschließen können (vgl. Krumm, 2007, S. 203).

- Schüler/innenzentrierte Phasen einbauen (Vgl. dazu auch Kapitel 2.1.3)  
Besonders während der Unterrichtsphasen in denen die Verantwortung und Handlungsinitiative an die Schüler/innen übergeben wird (z.B. Gruppenarbeiten), werden die Lernenden dazu aufgefordert miteinander inhaltsbezogen zu kommunizieren (vgl. Schmölzer-Eibinger, 2008, S. 154-156). Dabei ist es ebenfalls wichtig, dass sich die Schüler/innen über physikalische Inhalte unterhalten, denn nur so können sie die umgangssprachliche Interaktionsebene verlassen und den physikalischen Fachjargon kennenlernen (vgl. Gogolin/Neumann/Roth, 2005, S.12). Das soll nicht heißen, dass die Umgangssprache (also die alltags-sprachlichen Kompetenzen) nicht zu fördern sei, denn schließlich ist sie die Basis der alltäglichen Kommunikation. Nach Gogolin (2005) treten die alltags-sprachlichen Fähigkeiten jedoch im Verlauf der Schulkarriere in den Hintergrund, stattdessen wächst die Wichtigkeit der spezifisch schulsprachlichen.

Während der Analyse der Unterrichtsstunden ist aufgefallen, dass insgesamt betrachtet die Arbeit an und mit Texten (rezeptiv und produktiv) oftmals zu kurz gekommen ist. Natürlich ist es nicht möglich alle Kompetenzbereiche gleichzeitig in einer Unterrichtsstunde zu fördern und zu schulen. Jedoch gerade die Auseinandersetzung mit Texten kann sprachliche Fortschritte ermöglichen und den Lehrenden gleichzeitig einen aufschlussreichen Einblick in die vorhandenen sprachlichen Kenntnisse der Schüler/innen insbesondere einer multikulturellen/multilingualen Physikklasse gewähren.

Deshalb ergibt sich unter anderen der folgende Vorschlag zur Weiterentwicklung der beobachteten Unterrichtskonzepte und -materialien:

Mehr Textarbeit in die Unterrichtskonzepte und -materialien integrieren. Gerade in sprachlich schwächeren „Klassen“ sollten die Physikstunden inhaltlich nicht überladen werden, sodass für inhaltsbezogene Spracharbeit und Thematisierung von Verständnisproblemen genug Zeit bleibt. Die kognitive Spracherwerbsforschung, zitiert nach Leisen (2005b), hat gezeigt, „dass Schüler/innen bei schwierigeren Aufgaben neue sprachliche Strukturen nicht bemerken und damit auch nicht erwerben“.

Eine von Sprachdominanz der Lehrkraft geprägte und lehrerzentrierte Unterrichtsführung gibt den Schüler/innen nicht die Chance zur selbstständigen, inhaltsbezogenen Spracharbeit. Die Sprachdominanz der Lehrkraft reduzieren. Wobei hierbei anzumerken ist, dass sprachfördernder Physikunterricht nicht unbedingt den Umgang der Schüler/innen mit der abstrakten Sprache der Physik fördert (s. oben).

Deshalb ist dafür zu sorgen, dass die Gespräche der Schüler/innen möglichst zu physikalischen Inhalten stattfinden. Die Schüler/innen erhalten in diesem Fall die Gelegenheit die alltagssprachliche Ebene zu verlassen und Schritt für Schritt die bildungssprachliche Ebene zu erklimmen, also den sprachlichen Umgang mit fachspezifischen und abstrakten Begriffen und Modellen. Nach Schmölzer-Eibinger (2008) ist die im Unterricht verwendete Sprache Ausdruck und Mittel abstrakten und konzeptuellen Denkens.

Diese „Kritikpunkte“ sollen jedoch nicht die Erfolge der Arbeit der MINA Lehrkräfte verdecken, die im Laufe der durchgeführten Analyse im Rahmen der vorliegenden Arbeit deutlich sichtbar wurden (s. Kapitel 4).

## 6. SCHLUSSBEMERKUNG

In der Zukunft ist damit zu rechnen, dass multikulturelle/multilinguale Klassen zum Regelfall werden, wodurch auch der künftige Physikunterricht sich der Herausforderung stellen muss, die besonderen Bedürfnisse der Schüler/innen mit Migrationshintergrund wahrzunehmen und Fördermaßnahmen in den Physikunterricht zu integrieren. Einen Schritt in diese Richtung machten bereits einige Lehrkräfte, die an den Projekten, wie PROMISE oder MINA teilgenommen haben. Um weiteren engagierten Lehrkräften den Einstieg in diese Thematik zu erleichtern, wäre es wünschenswert eine Materialien- und Konzeptsammlung (fertige Unterrichtssequenzen zu verschiedenen physikalischen Stoffgebieten) online zur Verfügung zu stellen.

Der „heutige“ Physikunterricht muss überdacht werden und dass die Zeit drängt, zeigen die Ergebnisse der TIMSS<sup>78</sup> 2007 Studie (Auszug aus einem Standard Artikel):

*„Die höheren Anteile an Migranten bei TIMSS 2007 tragen geringfügig zur Verschlechterung bei, sind aber keine ausreichende Erklärung“ für das schlechtere Abschneiden Österreichs bei der Bildungsvergleichsstudie TIMSS 2007 [...]*

*So haben die einheimischen Schüler bei TIMSS 2007 in Mathematik einen Mittelwert von 513 Punkten erreicht, das sind 25 Punkte weniger als 1995. In den Naturwissenschaften haben sie mit 538 Punkten im Vergleich zum letzten Mal zehn Punkte eingebüßt. Kinder mit Migrationshintergrund haben im gleichen Zeitraum in Mathematik einen Punkt bzw. in Naturwissenschaften zwei Punkte weniger erreicht. Der Anteil der Migranten ist dabei von 11 Prozent (1995) auf 17 Prozent (2007) gestiegen. [...]*

*Insgesamt gibt es einen markanten Unterschied zwischen den Kompetenzen von Schülern ohne und mit Migrationshintergrund: In Mathematik erreichten Kinder der ersten Einwanderergeneration (Eltern und Kind eingewandert) mit 462 Punkten um 51 weniger als einheimische Schüler, Kinder der zweiten Generation (Eltern im Ausland aufgewachsen, Kind aber in Österreich) erzielten mit 477 Punkten 36 weniger als Einheimische. In der Naturwissenschaft ist der Abstand noch größer: Einheimische erreichten 538 Punkte, Kinder der ersten Einwanderergeneration 454 (84 Punkte weniger) und der zweiten Generation 476 (62 Punkte weniger).<sup>79</sup>*

Selbstverständlich sind Veränderungen nur soweit möglich, als es die Rahmenbedingungen (z.B. Schüler/innenanzahl) zulassen. Während die Bereitschaft der Lehrkräfte für Veränderungen vorhanden (MINA-Team) ist, die mit dem Qualitätskriterium der Nachhaltigkeit bestärkt und legitimiert werden kann, ist es Sache der Politik für entsprechende Rahmenbedingungen zu sorgen.

---

<sup>78</sup> Trends in International Mathematics and Science Study

<sup>79</sup> <http://derstandard.at/> [09.12.2008]

## LITERATURVERZEICHNIS

- Binder, Susanne (2002). Sprache – Die Konstruktion einer Bedeutung. In: Fillitz, Thomas (Hrsg.), *Interkulturelles Lernen – Zwischen institutionellem Rahmen, schulischer Praxis und gesellschaftlichem Kommunikationsprinzip*. Innsbruck: Studien Verlag (=Bildungs Forschung des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur 18), 33-61.
- De Cillia, Rudolf (2007). Sprachförderung. In: Fassmann, Heinz (Hrsg.), *2. Österreichischer Migrations- und Integrationsbericht 2001-2006*. Wien: Verlag Drava, Klagenfurt/Celovec, 251-262.
- De Cillia, Rudolf (2008). Spracherwerb in der Migration. In: *Informationsblätter des Referats für Migration und Schule*. BMUK. 3/2008.
- Driver, Rosalind / Guesne, Edith & Tiberghien, Andrée (2002). Children's Ideas and the Learning of Science. In: Driver / Guesne & Tiberghien (Hrsg.), *Children's Ideas In Science*. Milton Keynes: Open University Press, 1-9.
- Duit, Reinders (1995). Vorstellungen und Lernen von Physik und Chemie. Zu den Ursachen vieler Lernschwierigkeiten. In: Verein zu Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts (Hrsg.), *Plus Lucis*. 2/1995, 11-18.
- Duit, Reinders (2002). Alltagsvorstellungen und Physiklernen. In: Kircher, Ernst / Schneider, Werner B. (Hrsg.), *Physikdidaktik in der Praxis*. Berlin: Springer Verlag, 1-26.
- Duit, Reinders / Wodzinski, Christoph T. (2006). Guten Unterricht planen. Kategorien fachdidaktischen Denkens bei Planung des Unterrichts. In: Fischler, Helmut (Hrsg.), *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*. Jg. 2006, Heft 92, 9-11.
- Duit, Reinders (2007a). Energievorstellungen. In: Müller, Rainer / Wodzinski, Rita / Hopf, Martin (Hrsg.), *Schülervorstellungen in der Physik*. Köln: Aulis Verlag Deubner, 189-191.

- Duit, Reinders (2007b). Wärmevorstellungen. In: Müller, Rainer / Wodzinski, Rita / Hopf, Martin (Hrsg.), *Schülervorstellungen in der Physik*. Köln: Aulis Verlag Deubner, 195-198.
- Erickson, Gaalen / Tiberghien, Andrée (2002). Heat and Temperature. In: Driver / Guesne & Tiberghien (Hrsg.), *Children's Ideas In Science*. Milton Keynes: Open University Press, 51-84.
- Fassmann, Heinz, (Hrsg.) / Reeger, Ursula (2007). Lebensformen und soziale Situation von Zuwanderinnen. In: Fassmann, Heinz (Hrsg.), *2. Österreichischer Migrations- und Integrationsbericht 2001-2006*. Wien: Verlag Drava, Klagenfurt/Celovec, 183-200.
- Fischler, Helmut (2006). Videoaufnahmen von fremdem oder eigenem Unterricht. Videos als reiche Quelle für fachdidaktische Reflexionen. In: Fischler, Helmut (Hrsg.), *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*. Jg. 2006, Heft 92, 19-21.
- Fischler, Helmut / Lichtfeldt, Michael (2007). Teilchen und Atome. Modellbildung im Unterricht. In: Müller, Rainer / Wodzinski, Rita / Hopf, Martin (Hrsg.), *Schülervorstellungen in der Physik*. Köln: Aulis Verlag Deubner, 218-222.
- Gogolin, Ingrid / Neumann, Ursula & Hans-Joachim Roth (2005). Sprachdiagnostik im Kontext sprachlicher Vielfalt. Zur Einführung in die Dokumentation der Fachtagung am 14. Juli 2004 in Hamburg. In: Gogolin, Ingrid / Neumann, Ursula / Reich, Hans / Hans-Joachim Roth & Schwippert, Knut (Hrsg.), *Sprachdiagnostik bei Kindern und Jugendlichen mit Migrationshintergrund*. Münster: Waxmann Verlag, 7-16.
- Jungwirth, Helga / Stadler, Helga (2000). Der Geschlechteraspekt in TIMSS-Ergebnissen, Erklärungsversuche, Konsequenzen. In: Verein zu Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts (Hrsg.), *Plus Lucis*. 3/2000, 15-20.

- Krumm, Hans-Jürgen (2007). Von der Gefährlichkeit der Schlangen oder: Textkompetenz im Bildungsgang von MigrantInnen. In: Schmölzer-Eibinger, Sabine / Weidacher, Georg (Hrsg.), *Textkompetenz. Eine Schlüsselkompetenz und ihre Vermittlung*. Tübingen: Gunter Narr Verlag (=Europäische Studien zur Textlinguistik, Band 4), 199-206.
- Labudde, Peter (2006). Gemeinsam Feedback realisieren. Empfehlungen für konstruktive Gespräche über Unterricht. In: Fischler, Helmut (Hrsg.), *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*. Jg. 2006, Heft 92, 30-32.
- Lebhart, Gustav / Marik-Lebeck, Stephan (2007a). Zuwanderung nach Österreich: aktuelle Trends. In: Fassmann, Heinz (Hrsg.), *2. Österreichischer Migrations- und Integrationsbericht 2001-2006*. Wien: Verlag Drava, Klagenfurt/Celovec, 145-164.
- Lebhart, Gustav / Marik-Lebeck, Stephan (2007b). Bevölkerung mit Migrationshintergrund. In: Fassmann, Heinz (Hrsg.), *2. Österreichischer Migrations- und Integrationsbericht 2001-2006*. Wien: Verlag Drava, Klagenfurt/Celovec, 165-209.
- Leisen, Josef (2005a). Muss ich jetzt auch noch Sprache unterrichten? – Sprache und Physikunterricht. In Leisen, Josef (Hrsg.), *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*. Jg. 2005, Heft 87, 4-9.
- Leisen, Josef (2005b). Richtige, reichhaltige und flüssige Sprache entwickeln. Sprachhilfen für Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund. In Leisen, Josef (Hrsg.), *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*. Jg. 2005, Heft 87, 21-25.
- Leisen, Josef (2006). Zweitsprache Deutsch. Übungen zum Leseverstehen für Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund. In Leisen, Josef (Hrsg.), *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*. Jg. 2006, Heft 95, S. 32-36.

Nodari, Claudio (2007). Sprachprofile – ein Konzept zur Sprachförderung. In: Schmölzer-Eibinger, Sabine / Weidacher, Georg (Hrsg.), *Textkompetenz. Eine Schlüsselkompetenz und ihre Vermittlung*. Tübingen: Gunter Narr Verlag (=Europäische Studien zur Textlinguistik, Band 4), 223-237.

Schmölzer-Eibinger, Sabine (2007). Auf dem Weg zur Literalen Didaktik. In: Schmölzer-Eibinger, Sabine / Weidacher, Georg (Hrsg.), *Textkompetenz. Eine Schlüsselkompetenz und ihre Vermittlung*. Tübingen: Gunter Narr Verlag (=Europäische Studien zur Textlinguistik, Band 4), 207-222.

Schmölzer-Eibinger, Sabine (2008). Lernen in der Zweitsprache. Grundlagen und Verfahren der Förderung von Textkompetenz in mehrsprachigen Klassen. Tübingen: Gunter Narr Verlag (=Europäische Studien zur Textlinguistik, Band 5).

Schroeder, Christoph / Stöltzing, Wilfried (2005), Mehrsprachig orientierte Sprachstandsfeststellung für Kinder mit Migrationshintergrund. In: Gogolin, Ingrid / Neumann, Ursula / Reich, Hans / Hans-Joachim Roth & Schwippert, Knut (Hrsg.), *Sprachdiagnostik bei Kindern und Jugendlichen mit Migrationshintergrund*. Münster: Waxmann Verlag, 59-74.

Seidel, Tina / Meyer, Lena & Dalehefte, Inger Marie (2005). Das ist mir in der Stunde gar nicht aufgefallen... Szenarien zur Analyse von Unterrichtseinheiten. In: Welzel, Manuela / Stadler, Helga (Hrsg.), *Nimm doch mal die Kamera! Zur Nutzung von Videos in der Lehrerbildung – Beispiele und Empfehlungen aus den Naturwissenschaften*. Münster: Waxmann Verlag, 133-154.

Stadler, Helga / Benke, Gertraud & Duit, Reinders (2002). How do boys and girls use language in physics classes. In: Duit, R. (Hrsg.), *Research in Science Education in Europa*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. Ebook.

Stadler, Helga / Jungwirth, Helga (2003, Hrsg.). Ansichten – Videoanalysen zur Lehrer/innenbildung. Studien Verlag, CD.

Stadler, Helga (2005a). Gendergerechtigkeit – eine Herausforderung für den Physikunterricht. In: *Bildungsnetz Berlin*, LIFE e.V., Fachtagung, S 5-9.

Stadler, Helga (2005b). Intervention durch Forschung. Wege zur Unterstützung der Professionalisierung von Lehrkräften mittels Video. In: Welzel, Manuela / Stadler, Helga (Hrsg.), *Nimm doch mal die Kamera! Zur Nutzung von Videos in der Lehrerbildung – Beispiele und Empfehlungen aus den Naturwissenschaften*. Münster: Waxmann Verlag, 171-189.

Stadler, Helga (2005c). Physikunterricht unter dem Gender-Aspekt. Dissertation, Universität Wien.

Stadler, Helga (2006). Unterricht durchs Objektiv betrachtet. Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht mittels Videos. In: Fischler, Helmut (Hrsg.), *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*. Jg. 2006, Heft 92, 24-27.

Weiss, Hilde / Unterwurzacher, Anne (2007). Soziale Mobilität durch Bildung? - Bildungsbeteiligung von MigrantInnen. In: Fassmann, Heinz (Hrsg.), *2. Österreichischer Migrations- und Integrationsbericht 2001-2006*. Wien: Verlag Drava, Klagenfurt/Celovec, 227-250.

Wiesner, Hartmut / Stengl Dagmar (2007). Vorstellungen von Schülern der Primarstufe zu Temperatur und Wärme. In: Müller, Rainer / Wodzinski, Rita / Hopf, Martin (Hrsg.), *Schülervorstellungen in der Physik*. Köln: Aulis Verlag Deubner, 83-90.

William, Carlsen S. (2007). Language and Science Teaching. In: Abell, Sandra K. / Lederman, Norman G. (Hrsg.), *Handbook of Research on Science*. Mahwah, N.J.: Education, Lawrence Erlbaum Associates, 57-74.

### **Sonstige Quellen:**

Eigene Notizen und Protokolle zu einzelnen MINA Teamtreffen.

Eigene Notizen zum *MINA-Day*.



**A 1: Tabelle: Personen mit Hintergrund<sup>80</sup> (Angaben in 1.000)**

Merkmal	Bevölkerung in Privathaushalten	Migrationshintergrund		
		zusammen	Zuwanderer der 1. Generation	Zuwanderer der 2. Generation
<b>Insgesamt</b>	<b>8.232,7</b>	<b>1.426,7</b>	<b>1.075,1</b>	<b>351,6</b>
<b>Staatsangehörigkeit</b>				
Österreich	7.403,1	652,5	398,6	254,0
EU-Land (ohne Ö.)	289,3	257,4	238,2	19,2
Nicht EU-Land	540,4	516,7	438,3	78,5
Ex-Jugoslawien	292,1	281,6	229,5	52,2
Türkei	108,5	105,5	89,1	16,4
<b>Geburtsland (* Geburtsland der Eltern; bei unterschiedlichem Geburtsland wird jenes der Mutter herangezogen.)</b>				
Österreich	7.041,4	351,6	-	351,6
EU-Land (ohne Ö.)	457,2	373,4	373,4	(86,5)*
Nicht EU-Land	734,1	701,7	701,7	(265,1)*
Ex-Jugoslawien	356,4	348,8	348,8	(133,9)*
Türkei	163,5	162,4	162,4	(88,6)*
<b>Jahr der Zuwanderung</b>				
in Österreich geboren	7.041,4	351,6	-	351,6
vor 1980	287,4	224,4	224,4	-
1980 bis 1989	164,2	156,5	156,5	-
1990 bis 1999	371,5	356,4	356,4	-
nach 1999	368,2	337,7	337,7	-
nach 2002	249,4	227,8	227,8	-
<b>Alter, Geschlecht</b>				
Männer	4.017,5	679,9	499,0	180,9
unter 15 Jahren	652,8	127,2	27,0	100,2
15 bis 29 Jahre	785,5	152,3	110,6	41,7
30 bis 44 Jahre	956,3	179,5	161,9	17,6
45 bis 59 Jahre	842,8	140,6	128,0	12,5
60 Jahre u. älter	780,1	80,4	71,5	8,8
Frauen	4.215,2	746,8	576,0	170,8
unter 15 Jahren	621,6	110,0	19,5	90,5
15 bis 29 Jahre	767,5	166,5	130,2	36,3
30 bis 44 Jahre	951,1	209,9	197,5	12,3
45 bis 59 Jahre	853,4	143,6	129,5	14,1
60 Jahre u. älter	1.021,6	116,9	99,3	17,6

<sup>80</sup> URL: [http://www.statistik.at/web\\_de/presse/032181](http://www.statistik.at/web_de/presse/032181) [27.07.2008]

**A 2: Elternbrief**

---

Wien, am 17. April 2008

**Videoaufnahme einer Unterrichtsstunde**

Liebe Eltern,

Im Zuge des Projekts MINA (Migrant/innen im naturwissenschaftlichen Unterricht – Nähere Informationen finden Sie auf <http://www.univie.ac.at/mina>) entwickelt ein Team von Lehrkräften Unterrichtskonzepte und Unterrichtsmaterialien im Hinblick auf Verbesserung der Unterrichtsqualität des Physikunterrichts.

Im Rahmen meiner Diplomarbeit möchte ich die Effizienz dieser Unterrichtskonzepte und Unterrichtsmaterialien evaluieren. Zu diesem Zweck ist es sinnvoll, einige Unterrichtsstunden aus verschiedenen Schulstufen und –typen auf Video aufzuzeichnen. Diese Videoszenen werden anschließend von den beteiligten Lehrkräften und von mir zur Evaluierung verwendet.

Die Videoaufnahme an der Schule Ihres Sohns/Ihrer Tochter wird voraussichtlich die Physik-Stunde(n) am \_\_\_\_\_ betreffen.

Ich hoffe, dass Sie sich mit einer Aufzeichnung einverstanden erklären und verbleibe mit freundlichen Grüßen,

Michael Kakol  
Knöllgasse 47/16  
1100 Wien

-----

Ich habe den Elternbrief „Videoaufnahme einer Unterrichtsstunde“ von meinem Sohn/meiner Tochter \_\_\_\_\_ erhalten und erkläre mich mit der Videografie der Unterrichtsstunde(n) einverstanden.

Datum

Name und Unterschrift des Erziehungsberechtigten

**A 3: Transkriptionsregeln***Videoanalysen*

Lehrer .....	Lehrkraft männlich
Lehrerin .....	Lehrkraft weiblich
NMäd bzw. NMäd1, NMäd2, ...	nicht identifizierte Schülerin
NBub bzw. NBub1, NBub2, ...	nicht identifizierter Schüler
N bzw. N1, N2, ...	auch geschlechtlich nicht identifiziertes Mitglied aus den Lernenden
NN .....	mehrere, auch geschlechtlich nicht identifizierte Lernende
.....	auffälliges Senken der Stimme
- .....	auffälliges In Schweben Halten der Stimme
´ .....	auffälliges Heben der Stimme (z.B. Frage)
,	kurzes Absetzen in einer Äußerung (max. 1 Sek.)
(..) (...) (...)	kein verbales Geschehen von 2, 3, 4 Sek. Dauer
(a sec) .....	kein verbales Geschehen von a Sekunden Dauer (ab 5 Sek.)
<b>drei</b> .....	auffällige Betonung
<i>drei</i> .....	gedehnt gesprochen
(drei?) .....	nicht genau verständlich, vermuteter Wortlaut
<a sec> .....	unverständliche Äußerung von a Sek.
<~> .....	Unterhaltung in nichtdeutscher Sprache
[tippt] .....	nichtsprachliche Vorgänge
h, s .....	Handheben, Handsenken
/drei	
/vier .....	parallel gesprochen
/dreiundzwanzig	
/vierundzwanzig .....	teilweise überlappend gesprochen

*Gespräche mit den Lehrkräften*

L (x) .....	Lehrkraft des Schultyps x
-------------	---------------------------

## **A 4: Auszug aus dem Leitfaden für die Gespräche mit Schüler/innen**

### **Waren alle Aufgaben klar und verständlich formuliert?**

- Was genau war dir unklar oder hat dich verwirrt?
- Waren die Sätze zu lang? Welcher Satz zum Beispiel?
- Hast du das Gefühl die Aufgaben falsch verstanden zu haben?
- Was genau hat dich verwirrt, was hast du nicht verstanden?

### **Wie gehst du vor, wenn du ein Wort / einen Satz nicht verstehst?**

- Fragst du die Lehrerin? Fragst du einen Nachbarn? Machst du gar nichts?
- Hast du Angst beim Nachfragen sprachliche Fehler zu machen? (Wovor genau?)
- Was bereitet dir besondere Schwierigkeiten beim Formulieren einer Frage/Antwort?
- Hättest du gerne die Aufgaben zusätzlich in deiner Muttersprache?
- Würden dir die Aufgaben dann leichter fallen?

### **Könntest du kurz mit eigenen Worten zusammenfassen, was du heute gelernt hast?**

- Konkret: Was verstehst du unter z.B. Verdunsten?
- Beschreibe das Experiment, das du gemacht hast?

### **Kennst du die Ausdrücke, die du heute verwendet hast, auch aus dem Alltag?**

- Welche Wörter waren für dich heute neu?
- Wurden die Fachausdrücke (die „neuen“ Wörter) verständlich erklärt?
- Kennst du diese Wörter auch in deiner Muttersprache?
- Kommst du beim Physiklernen ohne deine Muttersprache aus? (Wörterbuch)
- Wenn du etwas nicht verstehst und die Lehrer/in erklärt es dir auf Deutsch, reicht dir dass aus, oder verstehst du oft trotzdem nicht, was gemeint ist?
- Was machst du, wenn du die Erklärung trotzdem nicht verstanden hast?
- Was machst du, wenn du nicht weißt, wie ein Gerät heißt? (Experimentieren)

### **Hilft dir die Lehrerin / der Lehrer, wenn du etwas nicht verstanden hast?**

- Zeigst du auf, wenn du etwas nicht verstehst?
- Wie hilft dir die Lehrerin / der Lehrer?
- Achtet die Lehrerin / der Lehrer auf die sprachliche Richtigkeit deiner Antworten/Fragen?
- Wie macht dich die Lehrerin / der Lehrer auf sprachliche Fehler aufmerksam? (überhaupt?)
- Stört es dich, wenn die Lehrerin / der Lehrer deine sprachlichen Fehler ausbessert?

### **Helfen dir die Bilder? (Unterrichtsmaterialien)**

- Helfen dir Bilder beim Verstehen von Fragestellungen und Texten?
- Was zeigt dieses Bild? Was ist damit gemeint?
- Wie hast du die Hilfestellungen (Satzmuster,...) verwendet und wie?
- Mit welcher Darstellungsform (Bilder, Schreiben, Sprechen) hattest Du die größten Probleme?

### **Wie geht es dir bei Gruppenarbeiten?**

- Wie ist es dir bei den Gruppengesprächen oder bei der Präsentation gegangen?
- Wo hattest du hier besondere Schwierigkeiten deinen Mitschülern etwas mitzuteilen?
- Musstest du oft die Unterlagen verwenden, weil du ein Wort nicht verstanden hast?

### **Lernst du auch zuhause für Physik?**

- Wie machst du das?
- Kannst du mit diesen Unterlagen auch zu Hause ohne fremde Hilfe lernen?
- Lernst du teilweise Sätze oder Erklärungen auswendig, damit du keine sprachlichen Fehler machst?

## A 5: Unterrichtsmaterialien der Gruppe A (Seite 1/3)

### Kalorien zählen

Auf den meisten Lebensmitteln findet sich eine Nährwerttabelle, die beschreibt welche Nährstoffe in 100g bzw. 100ml des Produkts enthalten sind.

Suche in deinem Umfeld nach verpackten Lebensmitteln (Cola-Flasche, Müsliriegel, ...) und fülle folgende Tabelle aus:

100 ml enthalten	
Brennwert	44,1 kJ (10,5 kcal)
Eiweiß	0,0 g
Kohlenhydrate davon Zucker	2,4 g 2,4 g

Produkt	Brennwert in kJ pro 100g	Brennwert in kcal pro 100g

Oft wird der Energiebedarf pro Tag in der SI-Einheit, dem Joule, angegeben. Der Energiebedarf pro Tag hängt von vielen Faktoren ab, wie Körpergröße, Körpermasse, sportliche Aktivität, berufliche Tätigkeit, ...

Im Internet findest du viele Möglichkeiten, deinen Energiebedarf zu berechnen.

Mein täglicher Energiebedarf beträgt \_\_\_\_\_ kJ bzw. \_\_\_\_\_ kcal.

Daraus ergibt sich: 1 kcal entspricht \_\_\_\_\_ kJ.

Woher dieser Umrechnungsfaktor kommt, wollen wir in folgendem Versuch untersuchen.

#### Benötigte Materialien:



- Energiemessgerät
- Wasserkocher
- Thermometer

#### Bestimme die spezifische Wärme von Wasser!

Die spezifische Wärme eines Stoffes ist jene Energie, die man zur Erwärmung von 1 kg dieses Stoffes um 1°C benötigt.

#### Durchführung

Mache dich zuerst mit der Funktion des Energiemessgerätes vertraut, indem du zum Beispiel die Energie misst, die der Overhead-Projektor in einer bestimmten Zeit „verbraucht“.

Fülle den Wasserkocher mit 1 l Wasser. Miss die Temperatur des Wassers.

Die Temperatur beträgt  $T =$  \_\_\_\_\_ °C.

Schalte nun das Energiemessgerät zwischen Wasserkocher und Steckdose und stelle das Gerät auf die Anzeige Wh oder kWh ein.

Warte bis das Thermometer ungefähr 80°C anzeigt.

Die Temperatur beträgt  $T =$  \_\_\_\_\_ °C.

Die Differenz der Temperatur beträgt  $\Delta T =$  \_\_\_\_\_ °C.

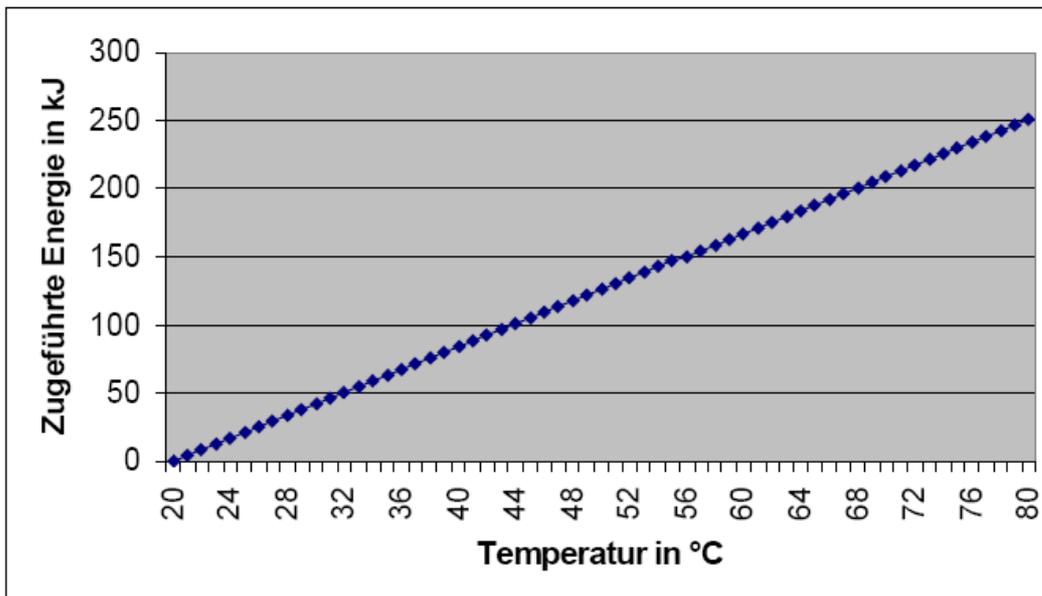
## A 5: Unterrichtsmaterialien der Gruppe A (Seite 2/3)

### Kalorien zählen

Lies die verbrauchte Energie vom Energiemessgerät ab und dividiere sie durch die Temperaturdifferenz.

Benötigte Energie pro °C Erwärmung = \_\_\_\_\_ Wh = (\*3600!) \_\_\_\_\_ Wattsekunden (=Joule)  
= \_\_\_\_\_ kJ

Aus dem folgenden Graf kannst du die Erwärmung von 1kg Wasser (erstellt nach theoretischen Berechnungen) noch einmal verfolgen.



- Wie viel Energie musste zugeführt werden, um das Wasser von 20°C auf 40°C zu erhitzen?
- Wie viel Energie musste zugeführt werden, um das Wasser von 40°C auf 60°C zu erhitzen?
- Welche Temperaturerhöhung erreicht man mit 40 kJ?
- Wie viel Energie ist notwendig, um 1kg Wasser um 1°C zu erwärmen?

Die spezifische Wärme von Wasser beträgt daher: \_\_\_\_\_ kJ.

Begründe, warum die gemessene spezifische Wärme von Wasser nicht exakt mit dem theoretischen Wert übereinstimmt.

Die Definition der (veralteten) Einheit „Kalorie“ lautete:

Eine Kilokalorie ist die Wärmemenge, die man benötigt, um 1kg Wasser um 1°C zu erhöhen.

Um kcal in kJ umzuwandeln, muss man daher mit \_\_\_\_\_ multiplizieren.

## A 5: Unterrichtsmaterialien der Gruppe A (Seite 3/3)

### c) Betriebsarten

Der EC 3000 kann in den folgenden zwei Betriebsarten betrieben werden:

#### Betriebsart "Normal" (nach dem Einstecken)

Im Normal – Modus sind die Tasten "STA/STP" und "ON TIME" ohne Funktion. Die Hauptanzeige des LCD (= Liquid Crystal Display = Flüssigkristallanzeige) zeigt den aktuellen Leistungsverbrauch des mit dem Gerät verbundenen Verbrauchers an (oben). Die Anzeige darunter (Unteranzeige) stellt jene Kosten pro Stunde dar, die der Verbraucher, basierend auf dem voreingestellten Tarif, verursacht (siehe Abschnitt "b1 Tarifeingabe").



Anzeige: Beispiel: 1842 W x 1h x 0,24 Euro / kWh = 0,442 Euro, d. h. die Kosten pro Stunde belaufen sich auf etwa 44,2 cent (0,442 Euro)

Zur Umschaltung auf den nächsten Tarif drücken Sie bitte die "MODE" – Taste und halten sie gedrückt, bis der andere Tarif angezeigt wird. Sobald Sie die Taste los lassen, werden die auf dem zweiten Tarif (Tarif II) basierenden Kosten berechnet und angezeigt.

#### Betriebsart "Speichern" = REC (für record = aufnehmen)

Um vom normalen Modus in den Speicher-Modus zu wechseln, drücken Sie bitte kurz die "MODE" – Taste.



Anzeige:

- Zum Start der Speicherung drücken Sie bitte die "STA/STP" – Taste. Während des Speicherungsphase läuft eine Stoppuhr (Doppelpunkt blinkt). Links oberhalb der Zeitanzeige ist das Symbol "REC" (für Record = Aufnahme oder Speichern) zu sehen.
- Durch eine weitere Betätigung der "STA/STP" – Taste wird der Speichervorgang beendet.
- Mit der "MODE" – Taste haben Sie die Möglichkeit, nacheinander bis zu fünf verschiedene Messungen aufzurufen.

### 1. Aktueller Leistungsverbrauch des Verbrauchers (kWh)



Anzeige:

### 2. Anzeige der Kosten / Tarif



Anzeige:

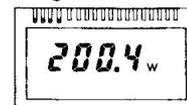
Mit der "ON TIME" – Taste kann die Zeitanzeige eingeschaltet werden. Dies ist während und nach der Speicherungsphase möglich.

**REC TIME** ist die komplette Speicherungszeit.  
**ON TIME** ist jene Zeit, in welcher der Verbraucher eingeschaltet war.



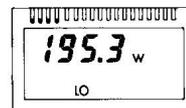
Anzeige:

### 3. Aktuelle Leistung des angeschalteten Verbrauchers.



Anzeige: Beispiel

### 4. Kleinste Leistung, die während der Meßphase ermittelt wurde.



Anzeige: Beispiel

### 5. Höchste Leistung, die während der Meßphase ermittelt wurde.



Anzeige: Beispiel

Um von der Betriebsart "Speichern" (REC) in die Betriebsart "Normal" zurückzukehren, drücken Sie bitte gleichzeitig die "STA/STP" – und "MODE" – Tasten für länger als 2 Sekunden. Die gesammelten Daten werden gelöscht, während die voreingestellten Tarife erhalten bleiben. Die Symbole "REC", "ON" und "TIME" sind nicht mehr sichtbar.

### Entsorgung

Entsorgen Sie den unbrauchbar gewordenen (irreparablen) Energy Check 3000 gemäß den geltenden gesetzlichen Vorschriften.

### Wartung

Der EC 3000 ist bis auf eine gelegentliche Reinigung wartungsfrei. Es darf nicht geöffnet/geändert werden. Wird der EC 3000 trotzdem geöffnet/zerlegt, erlischt jeder Garantieanspruch. Zur Reinigung nehmen Sie einen sauberes, trockenes, antistatisches und fusselfreies Reinigungstuch.



**Achtung!**  
 Verwenden Sie zur Reinigung keine carbonhaltigen Reinigungsmittel oder Benzine, Alkohole oder ähnliches. Dadurch wird die Oberfläche des Ladegerätes angegriffen. Außerdem sind die Dämpfe gesundheitsschädlich und explosiv. Verwenden Sie zur Reinigung auch keine scharfkantigen Werkzeuge, Schraubendreher, Metallbürsten o.ä.

### Technische Daten

Betriebsspannung	: 230 V Wechselfspannung, 50 Hz
Toleranz	: ± 1% ± 1 W (max. ± 2% und ± 2W für Messungen bis 2500 W, max. ± 4% für Messungen über 2500 W)
Eingang/Ausgang	: Schutzkontaktstecker / - Steckdose
Max. Strom	: ca. 13 A
Max. Leistung	: 3000 W (= 3 kW = ca. 13A x 230V)
Überlaufanzeige	: ab ca. 3070 W blinkende Anzeige. <b>Achtung!</b> Mehr als 3000 W zerstören den EC 3000
Schutzklasse	: I
Arbeitstemperatur	: +10°C bis +40°C, rel. Luftfeuchtigkeit < 75%, nicht kondensierend
Abmessungen (L x B x H)	: ca. 135 x 70 x 82 mm

### HAFTUNGSAUSSCHLUSS:

- Hersteller und Händler übernehmen keine Verantwortung für inkorrekte Meßwerte oder Folgen, die sich daraus ergeben könnten.
- Dieses Produkt darf nicht für medizinische Zwecke oder für die Information der Öffentlichkeit verwendet werden.
- Die technischen Daten dieses Gerätes können ohne vorherige Ankündigung geändert werden.
- Diese Anleitung oder Auszüge daraus dürfen nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung durch den Hersteller vervielfältigt werden.

**VOLTCRAFT.** Diese Bedienungsanleitung ist eine Publikation von Voltcraft.  
 Telefon + 499604-408846, D-92240 Hirschau.  
 Diese Bedienungsanleitung entspricht dem technischen Stand bei Drucklegung. Änderung in Technik und Ausstattung vorbehalten.  
 © Copyright 2003 by Voltcraft Printed in Germany.

## A 6: Unterrichtsmaterialien der Gruppe B – Lehrkraft 1

### Das schmelzende Eis

#### 1. schwimmendes Eis - Eisberge

Fülle dein 250 ml Becherglas zu Hälfte mit heißem Wasser.

Gib ein großes Stück Eis ins Wasser und markiere mit dem OH-Stift die Wasserfüllhöhe.

Lies nach dem Schmelzen des Eises erneut die Füllhöhe ab.

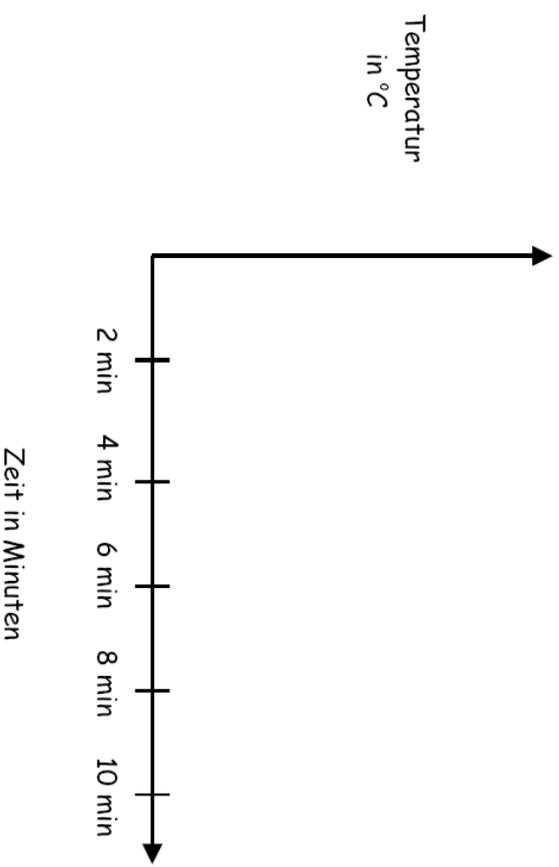
#### 2. Polareis

Fülle das 150 ml Becherglas bis etwa 1 cm unterhalb der Aluschale mit heißem Wasser.

Lege ein großes Eisstück auf die Aluschale und markiere die Wasserfüllhöhe mit einem OH-Stift.

Lies nach dem Schmelzen des Eises erneut die Füllhöhe ab.

### Temperaturmessung beim Abkühlen von Wasser



- Miss mit dem Thermometer alle 2 Minuten die Wassertemperatur und zeichne die einzelnen Werte in dein Koordinatensystem.
- Verbinde die einzelnen Punkte miteinander.
- Wie schaut die Kurve (Linie) aus?
- Was könnte das Ergebnis bedeuten?

## A 7: Unterrichtsmaterialien der Gruppe B – Lehrkraft 2 (Seite 1/4)

**Kaprun – Die Brandkatastrophe**  
Am 11. November 2000

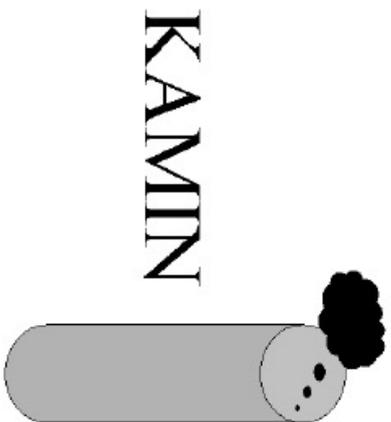
Vor Abfahrt des Zuges

- 1 Heizlüfter im Führerstand überhitzt durch defekten Ventilator, in der Umgebung des Heizlüfters befindet sich Hydraulik-Öl aus undichter Zuleitung des Manometers für die Bremsanlage. Das Öl entzündet sich.
- 2 Brand breitet sich durch Kamineffekt im Tunnel schnell aus. Zwölf Passagiere entkommen durch Fenster und flüchten talwärts. Zugführer öffnet die Türen zur Notstiege. Passagiere versuchen vergeblich, bergwärts zu flüchten.
- 3 Aufsteigendes Rauchgas tötet Passagiere und Fahrer, Todesopfer auch im Gegenzug 155 Menschen sterben

2:30 Minuten nach Abfahrt  
Zug stoppt automatisch 530 m nach der Tunnel-Einfahrt durch den Druckabfall. In der Hydraulik-Anlage. Türen des Zugs zunächst geschlossen.

Vorderer Führerstand mit Fahrer

Hinterer Führerstand – unbesetzt



# KAMIN

# EFFEKT

**EXPERIMENT ZUR  
WÄRMESTRÖMUNG:**

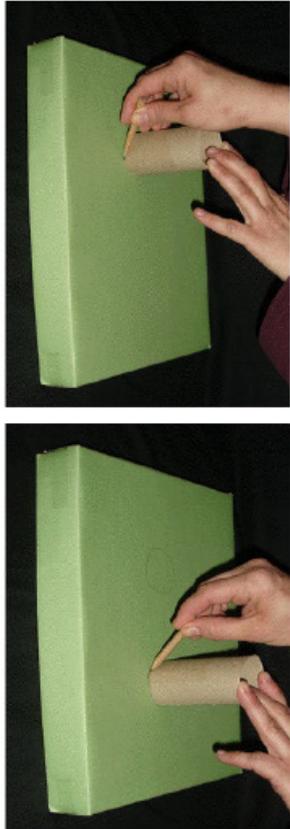
# Kamin-Effekt

**Benötigtes Material:**

- **WICHTIG:** feuerfeste Unterlage
- leere Kartonrollen
- Schuhkarton mit Deckel
- Teelicht
- kleiner Kerzenhalter aus feuerfestem Material
- lange Zündhölzer
- Bleistift
- Papier
- Klebeband
- flüssiger Klebstoff
- Schere

**A 7: Unterrichtsmaterialien der Gruppe B – Lehrkraft 2 (Seite 2/4)**

**Ausführung:**



- 1) Zeichne mit dem Bleistift zwei Kreise auf den Deckel des Schuhkartons.  
Verwende die Kartonrollen als Vorlage.



- 2) Schneide die Kreise mit einer Schere aus.

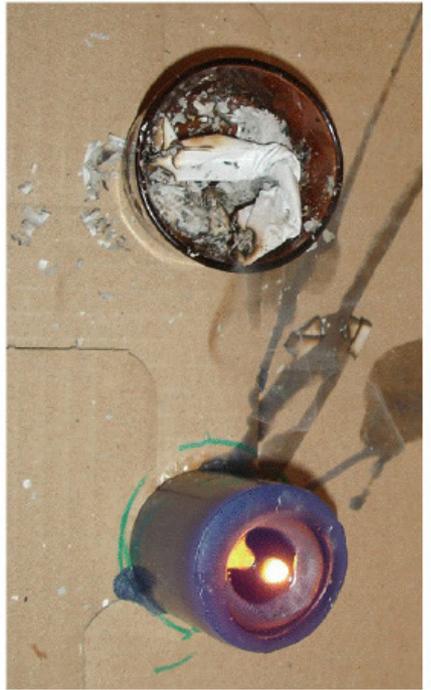


- 3) Klebe die Kartonrollen zusammen.  
Es entsteht ein großer Kamin.  
Der Kamin soll nicht hinunterfallen!



- 4) Stelle die Kerze nun so in den Karton, dass sie genau unter dem Kamin steht.  
Befestige die Kerze am Boden des Kartons.  
Zünde die Kerze an.

**A 7: Unterrichtsmaterialien der Gruppe B – Lehrkraft 2 (Seite 3/4)**



**5) Stelle den feuerfesten Kerzenhalter unter die andere Öffnung des Kartondeckels. Lege fest zusammengerolltes Papier hinein und zünde es an.**



**6) Sobald sich Rauch bildet, verschließe den Karton mit dem Deckel.**

**Alternative für intensive und langanhaltende Rauchentwicklung:**



**Rolle ein DIN A4 - Blatt Papier zusammen und zünde es an. Blase die Flamme nach wenigen Sekunden wieder aus. Stecke das qualmende Papierende vorsichtig in die Öffnung des Kartondeckels. (ACHTUNG ! PAPIER FESTHALTEN !)**



## Arbeitsauftrag:

- **Beantwortete:**
- **a) Was kannst Du beobachten ?**
- **b) Versuche ,eine Begründung zu formulieren !**  
( *Dieser Schritt kann auch in Gruppenarbeit erledigt werden* )
- *Optional:*
- *Möglichkeit der Präsentation der Hypothesen mit anschließender Diskussion*
- **c) Physikalisch exakte Begründung:**

## ZURÜCK ZUM EXPERIMENT:

- 7) Die Kerze wird jetzt ausgeblasen.



- 8) Halte wiederum qualmendes Papier in die eine kreisförmige Öffnung.



## Arbeitsauftrag:

- a) Was beobachtest Du jetzt ?
- b) Versuche ,eine Begründung zu formulieren !
- c) Physikalisch exakte Begründung:

## A 8: Unterrichtsmaterialien der Gruppe C – (Seite 1/3)

Material 1: Kärtchenisch - Aggregatzustände des Wassers

	fest	flüssig	gasförmig
fest Form	veränderbare Form	keine Form	
		$T < 0\text{ °C}$	$0\text{ °C} < T < 100\text{ °C}$
$T > 100\text{ °C}$	nicht zusammen- drückbar	kaum zusammen- drückbar	zusammen- drückbar
erwärmen ↓	erwärmen ↓	schmelzen ↓	verdampfen ↓
abkühlen ↑	abkühlen ↑	kondensieren ↑	erstarren ↑

**AUFGABEN**

1. Kärtchen ausschneiden und auf dem Tisch verteilen.
2. Findet zusammengehörige Kärtchengruppen.
3. Bringt anschließend alle Kärtchen in eine sinnvolle Struktur.
4. Klebt die strukturierten Kärtchen auf.

Material 2: Die Zustandsformen (Aggregatzustände) des Wasser

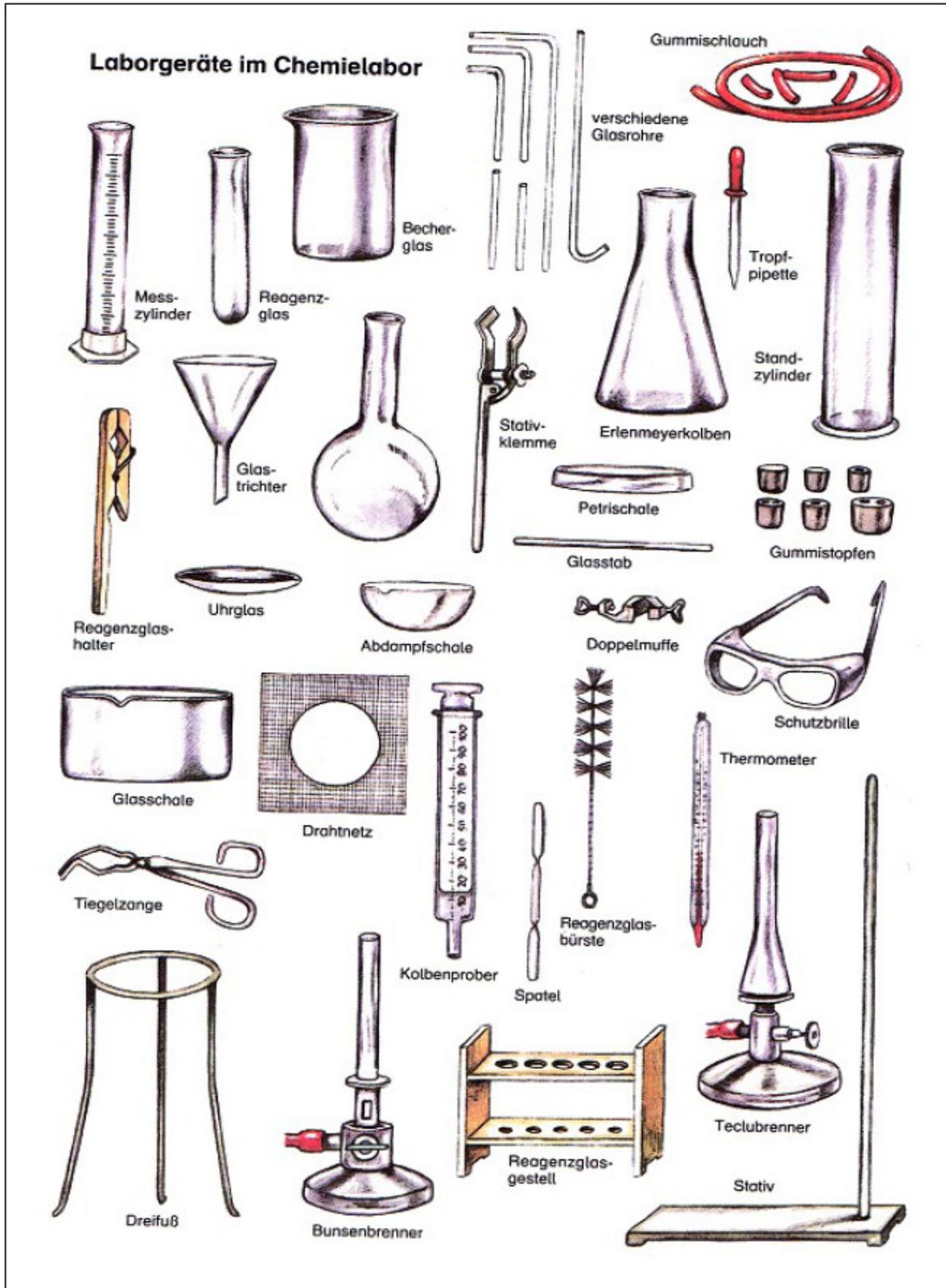
Dass Wasser verschiedene Zustandsformen haben kann, ist euch bekannt:  
Es kann fest sein (Eis), flüssig (Wasser) oder auch gasförmig (Wasserdampf).

**AUFGABEN**

1. Entwert in eurer Gruppe Versuche, mit denen man die Übergänge zwischen den Zustandsformen des Wassers sichtbar machen kann.  
**Hilfe:** Berücksichtigt dabei, dass die Übergänge auch in der umgekehrten Richtung stattfinden können, also fest → flüssig → gasförmig; gasförmig → flüssig → fest.
2. Beschreibt eure Versuchsvorschläge so, dass Schüler/innen aus einer anderen Gruppe oder Klasse sie ohne weiteres verstehen und auch durchführen kann.  
**Hilfe:** Fertigt Skizzen zum Ablauf und zum Geräteaufbau an.  
Materialliste nicht vergessen!
3. Präsentiert den anderen Gruppen eure Versuchsvorschläge. Diskutiert über die Durchführungsmöglichkeiten.
4. Führt eure vorgeschlagenen Versuche durch.

**A 8: Unterrichtsmaterialien der Gruppe C – (Seite 2/3)**

**Material 3: Laborgeräte**



**A 8: Unterrichtsmaterialien der Gruppe C – (Seite 3/3) [überarbeitet]**

**Material 4: Sprachhilfen**

➤ **Satzmuster**

Wenn man	Eis Wasser Wasserdampf	erwärmt, abkühlt,	bildet sich	Eis. Wasser. Wasserdampf.		
Damit	Eis Wasser Wasserdampf	schmilzt, siedet, verdampft, kondensiert, erstarrt,	muss	Wärme zugeführt werden. Wärme entzogen werden.		
Beim	Schmelzen Verdampfen Kondensieren Erstarren	wird	Eis Wasser Wasserdampf	in	Eis Wasser Wasserdampf	umgewandelt

➤ **Mind-Map**





## LEBENS LAUF

*Michael Piotr Kałkol*

14. Okt. 1981      Geboren in Jastrzębie Zdrój (Polen)
- 1988 – 1991      Grundschule Nr. 20, Jastrzębie Zdrój  
*Emigration nach Österreich im August 1991*
- 1991 – 1993      Volksschule, Kirchham (OÖ)
- 1993 – 1997      Hauptschule (HS II), Vorchdorf (OÖ)
- 1997 – 2002      Bundeshandelsakademie, Gmunden (OÖ)  
*Reife- und Diplomprüfung im Juni 2002*
- 2002              Tätigkeit als Bankangestellter  
*Einbürgerung im November 2002*
- 2003              Präsenzdienst beim österreichischen Heer  
*BetrRVKp: Fliegerfernmeldebataillon, Horsching (OÖ)*
- 2003 – 2009      Universität Wien  
*Lehramtstudium (Physik, Mathematik)*

*Wien, im Jänner 2009*