

Reihe "Pädagogik und Fachdidaktik für Lehrer/innen"

Herausgegeben von der
Abteilung „Schule und gesellschaftliches Lernen“

des Instituts für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung
der Universität Klagenfurt

Karin Kurz

Masse und Gewicht

Verstehen S/S der 2. Klasse den Unterschied?

PFL-Naturwissenschaften, 2000-02

Studie

IFF, Klagenfurt, 2002

Betreuung
Thomas Stern

Die Universitätslehrgänge „Pädagogik und Fachdidaktik für Lehrer/innen“ (PFL) sind interdisziplinäre Lehrerfortbildungsprogramme der Abteilung „Schule und gesellschaftliches Lernen“ des IFF. Die Durchführung der Lehrgänge erfolgt mit Unterstützung des BMBW

Inhaltsverzeichnis

Abstract / Kurzfassung

Masse und Gewicht

Verstehen S/S der 2. Klasse den Unterschied?

1. Forschungsfrage	1
1.1 Ausgangspunkt	1
1.2 Unterrichtssituation	2
2. Erhebung des Schülerwissens vor und nach der Unterrichtssequenz	3
2.1 Test 1	3
2.2 Arbeitsblatt	3
2.3 Reflexion der S/S	3
3. Ergebnisse	4
3.1 Test 1	4
3.2 Test 2	5
3.3 Arbeitsblatt	6
3.4 Schülerreflexion	6
4. Entwicklung einzelner Schüler im Laufe des Unterrichts	7
4.1. Bianca	7
4.2. Matthias	8
4.3. Lukas	8
4.4 Andere S/S	9
5. Zusammenfassung	10
6. Schlussfolgerungen	11
7. Anhang	12
7.1 Test 1 = Test 2	12
7.2 Arbeitsblatt	13

Masse und Gewicht

Verstehen S/S der 2. Klasse den Unterschied?

Abstract / Kurzfassung

Gegenstand der vorliegenden Arbeit war die Frage: Sind S/S der 2. Klasse in der Lage, den Unterschied zwischen Masse und Gewicht zu verstehen? Verstehen heißt bei neuen Aufgabenstellungen anwenden oder richtig argumentieren, begründen können. Inwieweit ist dies bei S/S der zweiten Klasse möglich?

Als Methoden verwendete ich einen Test vor und nach der Unterrichtseinheit, ein Arbeitsblatt mit für die S/S neuen Aufgaben und mittels eines „Minute paper“ die Reflexion der S/S.

Im Laufe des Unterrichts war ein deutlicher Wissenszuwachs zu bemerken. Die Sicherheit der S/S, Fragen zu beantworten, stieg. Auch die Qualität der Begründungen nahm deutlich zu. Neue Beispiele, die der Erfahrungswelt der S/S entsprechen, konnten sie mühelos richtig beantworten.

Durch Experimente, Denkanstöße und Beispiele will ich den Prozess bewusst fördern, S/S dazu bringen, Dinge, die für sie selbstverständlich sind, zu hinterfragen. Die Gefühle der S/S spielen beim Verstehen auch eine große Rolle. Der Kreis muss sich wieder dahingehend schließen, dass S/S die Relevanz des zu Verstehenden und zu Lernenden einsehen, also einen Bezug zu ihrem Alltag auf einer wieder etwas höheren Ebene herstellen, also ihre Erfahrungswelt erweitern.

Karin Kurz

GRG 5

Rainergasse 39

1050 Wien

E-Mail Kurzkarin@hotmail.com

1 Forschungsfrage

1.1 Ausgangspunkt

Zwischen den Begriffen Masse und Gewicht wird im Alltag oft nicht unterschieden oder sie werden nicht korrekt verwendet. Auf die Frage nach dem Gewicht antwortet jeder üblicherweise durch Angabe der Masse. Die Einheit Kilogramm (kg) ist geläufig, während die Größe Newton (N) im Alltag nicht vorkommt. Die Unterscheidung zwischen Masse und Gewicht ist deshalb so schwierig, weil hier ein großer Unterschied zwischen der Alltagssprache und der Fachsprache besteht. Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist die Frage: Sind S/S der 2. Klasse in der Lage, den Unterschied zwischen Masse und Gewicht zu verstehen? Verstehen heißt bei neuen Aufgabenstellungen anwenden oder richtig argumentieren, begründen können. Inwieweit ist dies bei S/S der zweiten Klasse möglich?

Ein Ziel in meinem Physikunterricht ist es, den S/S Modelle näher zu bringen, die ihnen die Möglichkeit geben sollen, neue Problemlösungsstrategien zur Verfügung zu haben. Anhand des Beispiels Masse und Gewicht ist es möglich, über Physik als solches mehr zu lernen, nämlich dass die Physik Modelle liefert, um die Realität zu beschreiben, nicht jedoch die Wirklichkeit selber darstellt. Damit will ich bereits in der zweiten Klasse beginnen. Daraus ergibt sich für mich die Notwendigkeit, die S/S mit Modellen der Physik – z.B.: Kraftbegriff – vertraut zu machen. Ich erwarte, dass in dieser guten Klasse ein Großteil der S/S Modelle erfasst. Es stellt sich aber auch die Frage, ob dies die übrigen S/S zu sehr verwirrt und ich mich daher in der 2. Klasse auf das Kennenlernen und Beschreiben von Phänomenen beschränken soll. Auch das Bewusstsein der S/S für Unterschiede zwischen der Alltagssprache und Fachsprache, sollte so früh wie möglich beginnen. Üblicherweise drängen S/S, nachdem sie den Begriff der Masse kennen gelernt haben, darauf zu erfahren, was denn das Gewicht sei. Deshalb hinterfragte ich bisher auch nicht die Möglichkeit, dies als Einstieg für den Kraftbegriff zu nutzen. Vielleicht ist doch eine zeitliche Trennung beider Begriffe besser geeignet, diese den S/S begreiflich zu machen. Das Thema Schwerelosigkeit interessiert die S/S sehr, aber darüber können sie naturgemäß natürlich keine Erfahrung haben. Es vermischen sich eigene Vorstellungen der S/S mit Science fiction oder Darstellungen in Comics.

Um die Entwicklung der S/S erfassen zu können, war es für mich sehr wichtig herauszufinden, wovon die S/S ausgehen, welche Präkonzepte sie also bereits aus ihrem Alltagsleben und dem Unterricht der Volksschule und der 1. Klasse AHS mitbringen. Aus den falschen Präkonzepten der S/S möchte ich verstehen lernen, wo ich die S/S abholen muss und vielleicht auch gezielt Beispiele, Denkanstöße, Experimente und Argumente suchen soll, um den S/S zu helfen, andere Konzepte zu akzeptieren. Gleichzeitig möchte ich Konzepte, die zwar falsch sind, was aber z.B. auf der Erde keine Relevanz hat, weiterverwenden, dies den S/S aber bewusst machen.

1.2 Unterrichtssituation

Da ich heuer nur eine 2. Klasse in Physik unterrichte, musste ich notwendigerweise für meine Studie ein Thema aus dem Unterricht in dieser Klasse wählen. Ich kannte die S/S bereits vom Mathematikunterricht aus dem Vorjahr und bin auch Klassenvorstand dieser Klasse. Es handelt sich um Großteils gute und interessierte S/S, ich erwartete keine Probleme. Es fiel mir nicht leicht ein Thema für meine Untersuchung auszusuchen. Ich entschloss mich ein abstraktes und theoretisches Thema zu wählen, da hier, so vermutete ich, die Entwicklung der S/S am deutlichsten sichtbar wird, auch die Wissensunterschiede der S/S vor dem Unterricht am kleinsten sind. Ich wollte auch sehen, wie sehr die S/S mit einem theoretischen Thema belastbar sind.

Der Unterricht fand folgendermaßen statt: Zum Thema Trägheit gab es Lehrer- und Schülerversuche und der Zusammenhang Masse-Trägheit wurde besprochen. In einem Schülerversuch maßen S/S mit der Balkenwaage verschiedene Massen. Wir besprachen die Dichte. In der nächsten Stunde bastelten die S/S mit Gummiringern Kraftmesser. Jede Schülergruppe sollte mit bekannten Massen ihren Kraftmesser eichen, eine Skala zeichnen und damit von verschiedenen Dingen (Schlüssel, Radiergummi...) das Gewicht bestimmen. Dabei lernten die S/S auch die richtige Einheit des Gewichts zu benutzen. Bei einem Brainstorming sammelten wir Kräfte, die die S/S mittlerweile kannten. Anhand eines Sessels überlegten wir, welche Wirkungen eine Kraft haben kann: heben, kippen, drehen, schieben...., dehnten dann aber noch auf andere Beispiele aus: verformen, beschleunigen, bremsen..... In der nächsten Stunde ging es um das Gleichgewicht von Kräften, resultierende Kräfte, kräftefreie Körper und das graphische Darstellen von Kräften durch Pfeile. In einer weiteren Stunde erklärte ich den S/S die Abhängigkeit des Gewichts auf der Erde vom Abstand des Gegenstandes zum Erdmittelpunkt und wie sich sein Gewicht bei Vergrößern des Abstandes, zum Beispiel auf das Doppelte, verändert. Auch gab ich ihnen eine Liste, in der von anderen Himmelskörpern, auch dem Mond, angegeben war, mit welcher Kraft ein Kilogramm jeweils angezogen wird. Als weiteres Beispiel einer Kraft untersuchten die S/S in einem Schülerversuch bei der Haftreibung die Abhängigkeit von der Oberflächenbeschaffenheit. Im Lehrerversuch besprachen wir weitere Eigenschaften und Unterschiede von Reibungen.

2 Erhebung des Schülerwissens vor und nach der Unterrichtssequenz

2.1. Test 1

Die vorliegende Untersuchung fand zwischen den Semesterferien und den Osterferien statt. Gleich zu Beginn führte ich einen Test durch mit dem Ziel, die Präkonzepte der S/S zu erheben. (Test 1, siehe Anhang 1)

Für die vorletzte Stunde vor den Osterferien kündigte ich den S/S eine schriftliche Wiederholung zu diesem Stoffgebiet an, wobei ihr Ergebnis auch in die Note einbezogen werden wird. Die S/S wussten nicht, dass sie die gleichen Fragen wie vor der Unterrichtssequenz noch einmal beantworten sollten (Test 2 = Test 1) Ich wollte den Wissenszuwachs aber auch die Veränderungen in den Konzepten der S/S erkennen.

2.2. Arbeitsblatt

Da ich bei den Testfragen in erster Linie den Wissenszuwachs, aber nicht das Verständnis der S/S untersuchen konnte, da die Begründungen der Antworten sehr dürftig ausfielen oder fehlten, wollte ich in diesem Arbeitsblatt (AB, siehe Anhang 2), in der letzten Stunde vor den Osterferien, die S/S für sie neue Aufgaben, die auf das Verständnis abzielten, bearbeiten lassen. Aus der Qualität der Lösungen wollte ich auf das Verständnis der S/S schließen. Die Aufgaben, auch analoge Aufgaben oder ähnliche Rechenbeispiele, dieses Arbeitsblattes wurden im Unterricht nicht behandelt, um zu verhindern, dass es sich auch bei diesem Arbeitsblatt nur um eine Wissensfeststellung bzw. eine Reproduktion von vorher im Unterricht besprochenem Wissen handelt.

2.3. Reflexion der S/S

Einige Wochen nach den Osterferien stellte ich den S/S die Aufgabe ihren Wissenszuwachs zu beschreiben und über ihre Vorstellungen zu diesem späteren Zeitpunkt Auskunft zu geben bzw. für sie noch offene Fragen zu äußern.

3. Ergebnisse

26 S/S, 11 Mädchen und 15 Knaben, beantworteten jeweils die beiden Tests und bearbeiteten das Arbeitsblatt. Bei der Reflexion fehlte ein Schüler.

3.1 Test 1

Bei den Fragen 5, 7 und 9b (siehe Test 1) antwortete bereits beim ersten Mal der Großteil der S/S richtig, allerdings begründete nur ungefähr ein Drittel davon die Antwort auch richtig, bei den übrigen S/S fehlte die Begründung oder sie war falsch.

Die Hälfte der S/S antwortete bei Fragen 3, 6 und 9a richtig, die Begründung allerdings war nur selten richtig.

Frage 8 und Frage 10 konnte keiner der S/S richtig beantworten.

Bei den übrigen Fragen wussten jeweils nur einige S/S die Antwort, niemand gab jedoch eine richtige Begründung.

Aus den Begründungen der S/S ergaben sich für mich folgende falsche Präkonzepte der S/S: Auf die Fragen, was ist die Masse bzw. was ist das Gewicht, kamen öfter Antworten wie „*Fett, Muskeln, Haut, Blut, Wasser*“, „*Knochen und Fleisch*“ o.ä.. Daraus kann man schließen, dass sie Masse ebenso wie Gewicht v. a. mit biologischen Vorstellungen verbinden. Das kann einerseits daran liegen, dass sie vom Biologieunterricht der ersten Klasse vorgeprägt sind, aber auch daran, dass in Medienberichten, Reklamen oder Privatgesprächen „Gewichtsprobleme“ und Überernährung als gleichbedeutend verwendet werden. Ein Schüler gab interessanter Weise auf die Frage nach einem „Unterschied zwischen Masse und Gewicht“ die Antwort: „*Zur Masse gehören keine Knochen dazu, zum Gewicht schon.*“, d.h. er wird durch die Frage zu spekulativen Überlegungen verleitet, die aber davon ausgehen, dass Gewicht und menschliche Körper gleichgesetzt werden. „*Die Masse wird in m³ gemessen und das Gewicht in kg.*“, zeigt, dass einige S/S bereits zwischen Masse und Gewicht unterscheiden, ihnen fehlt aber noch das nötige Fachwissen, diesen Unterschied auch richtig auszudrücken. Anstelle der Stoffmenge tritt das Volumen. Von anderen S/S wieder wird geantwortet: „*Es ist bei beiden gleich.*“, wohl weil sie die beiden Begriffe Masse und Gewicht als völlig gleichbedeutend ansehen, wie sie ja auch im Alltag verwendet werden. „*Die Feder fällt nur hinunter wegen der Erdanziehungskraft und nicht wegen ihrem Gewicht.*“, ist für mich ein weiteres Beispiel, wie ein S/S Gewicht mit Masse verwechselt und damit einfach die Stoffmenge meint. Gewicht wird hier nicht mit Gewichtskraft identifiziert.

Schwerelosigkeit wird oft mit dem Nichtvorhandensein der Atmosphäre gleichgesetzt. Auf Frage 4 und 5, wo nach Masse bzw. Gewicht auf dem Mond und dem Mars gefragt wird, heißt es: „*Weil es auf der Erde Sauerstoff gibt und auf dem Mond nicht.*“ oder „*Auf dem Mars gibt es keine Luft.*“ Es kommt in den Vorstellungen der S/S zur Vermischung, es fehlt der kausale Zusammenhang, welche Konsequenzen das Gewicht zum einen und die Atmosphäre zum anderen auf unser Leben haben.

„*Weil Nichts nichts wiegt.*“ Ein Körper kann nicht „kein“ Gewicht haben, zeigt wieder die Erfahrungswelt der S/S. Schwerelosigkeit gibt es auf der Erde nicht, daher hat auch jeder Körper und ist er noch so klein („*sogar Moleküle haben ein Gewicht*“) auch ein bestimmtes Gewicht.

Interessant ist auch die Vorstellung über den Zusammenhang zwischen Kraftaufwendung und sich plagen. Im Alltag merkt man, dass sich ein starker Mann beim Heben schwerer Gegenstände weniger plagen muss als eine Frau. Daraus schließen aber einige S/S, dass diese gar nicht so viel Kraft zum Heben der 20 kg Hantel benötigen: „Für spitzen Leute nicht so viel Kraft“. Für andere S/S wieder ist die Schwerkraft Voraussetzung für die Muskelkraft, denn sie meinen: „Auf dem Mond hast du keine Kraft.“

3.2 Test 2

Als die S/S dieselben Fragen als schriftliche Wiederholung (=Test 2) nochmals beantworteten, konnte ich einen deutlichen Wissenszuwachs bemerken. Alle Fragen wurden von mehr als der Hälfte der S/S richtig beantwortet, dabei 7 Fragen von 18 (69%) und mehr S/S bei einer Gesamtschülerzahl von 26. Der Großteil davon gab auch richtige Begründungen an.

Bei allen Fragen außer Frage 5 konnte ein Zuwachs an richtigen Antworten beobachtet werden. Aber Frage 5 haben auch beim Test 1 schon 21 (81%) von 26 S/S richtig beantwortet. Der höchste Zuwachs richtiger Antworten trat bei den Fragen 1, 3, 4, 8 und 10 auf, das ist die Hälfte der Fragen.

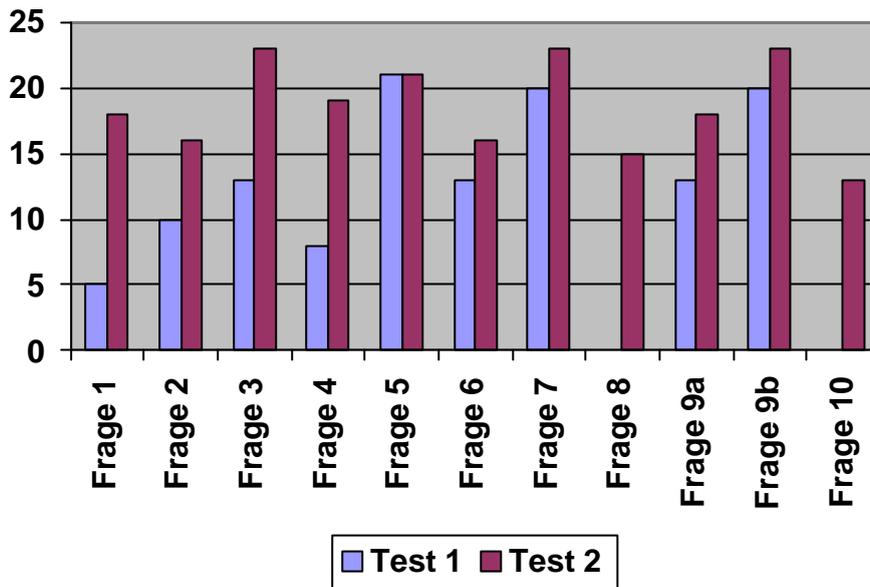
Bei den falschen Antworten ist der Unterschied zwischen Test 1 und Test 2 am deutlichsten bei Frage 10 zu erkennen. Diese Frage wurde zuerst von allen S/S falsch beantwortet, beim 2. Mal nur mehr von 12 (46 %).

Während bei Test 1 S/S häufig (insgesamt 37 mal) eine Frage unbeantwortet ließen, sank diese Zahl auf 11 mal bei Test 2. Die S/S trauten sich also häufiger eine Antwort zu.

Ergebnisse von Test 1 und Test 2

	richtige Antwort (Begründung)		falsche Antwort (Begründung)		keine Antwort	
	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2
Frage 1	5	18	17	5	4	3
Frage 2	10	16	10	5	6	5
Frage 3	13 (2)	23 (20)	8 (14)	3 (3)	5	0
Frage 4	8 (6)	19 (17)	16 (12)	7 (7)	2	0
Frage 5	21 (7)	21 (17)	3 (11)	4 (6)	2	1
Frage 6	13 (3)	16 (9)	11 (13)	10 (9)	2	0
Frage 7	20 (6)	23 (18)	6 (18)	3 (8)	0	0
Frage 8	0	15	15	11	11	0
Frage 9 a	13	18	10	7	3	1
Frage 9 b	20	23	4	3	2	0
Frage 10	0	13	26	12	0	1

Vergleich der richtigen Antworten vorher und nachher



3.3 Arbeitsblatt

Im Schnitt hat die Hälfte der S/S (52%) die Aufgaben richtig gelöst. Im Schnitt hat ein gutes Fünftel der S/S (22%) die Aufgaben falsch gelöst. Die übrigen Fragen wurden nicht oder nicht vollständig gelöst. Bei Frage 2 haben 14 S/S (54%) nicht geantwortet. Bei Frage 5 liegen die richtigen Lösungen mit nur 5 (19%) deutlich unter dem Mittelwert.

3.4 Schülerreflexion

In ihrer Reflexion haben S/S oft nur Fakten aufgezählt, einige haben aber auch interessante Fragen gestellt oder sich über ihre Vorstellungen geäußert. Im Kapitel 4 gehe ich auf die für mich wesentlichen und interessanten Bemerkungen näher ein.

4. Entwicklung einzelner Schüler im Laufe des Unterrichts

Wie haben sich die Konzepte der S/S durch meinen Unterricht verändert? Durch näheres Untersuchen von Aussagen einzelner S/S möchte ich die Ergebnisse diskutieren.

4.4 Bianca

Beim Test 1 geht Bianca noch von einer biologischen Vorstellung aus: „*Masse: Organe(=innere Masse), Gewicht (=ganzer Körper)*“, sie zeichnet jeweils ein Manderl, zuerst mit den Organen, dann ein eingeringeltes Manderl.

Bei Test 2 schreibt sie: „*Die Masse (Trägheit) ist der Widerstand eines Körpers bei einer Bewegungsänderung. Das Gewicht ist die Kraft, mit der man von der Erde angezogen wird.*“ Allerdings ist sie auf dem Arbeitsblatt noch der Meinung: „*Gar keine Gewichtskraft ist (auf dem Mond) vorhanden.*“

In ihrer Reflexion, Wochen nach dem Unterricht schreibt Bianca zu diesem Thema: „*.....Denn mein Gewicht ist eine Kraft und je mehr Masse ich habe, desto stärker werde ich angezogen und umso mehr Newton wiege ich. Wenn ich laufe, habe ich auch nicht gewusst, warum ich nicht plötzlich stehen bleiben konnte, sondern auslaufen musste.*“

Bei der Reflexion stellt sie die Frage: „*Was ist eine Kraft eigentlich, ein großer Magnet? Woraus besteht eine Kraft? Geht die Schwerkraft vom Erdmittelpunkt aus? Warum ist die Schwerkraft auf dem Mond nicht so stark wie auf der Erde?*“

Weiters ist Bianca noch der Meinung: „*Ich habe jetzt endlich erfahren, warum manam Mond schwebt.*“

Das Auftreten von biologischen Vorstellungen ist offenbar dadurch begründet, dass die S/S bereits seit der 1. Klasse Biologieunterricht haben. Interessanterweise verschwinden diese Antworten völlig bei der schriftlichen Wiederholung. Heißt das nun, die S/S haben gelernt die Fachsprache der Physik zu verwenden? Bei dieser Schülerin hat sich meiner Meinung nach wirklich bleibend eine Veränderung gezeigt. Masse und Gewicht unterscheidet Bianca. Sie überträgt ihre Vorstellung sogar auf ein eigenes Beispiel. Für mich zeigt dies wie wichtig Beispiele aus der Erfahrung der S/S sind, um ihr Verständnis für einen Sachverhalt zu fördern. Die Schülerin bezieht sich auf einen Magnet. Interessant ist, dass es für diese Schülerin kein Problem darstellt sich Magnetismus vorzustellen. Ich meine der Grund liegt darin, dass man einen Magnet angreifen kann –jeder auch schon einmal angegriffen hat- und daher über die Wirkung Erfahrungen hat. Das Gewicht selber merken wir ja hauptsächlich daran, dass alles zu Boden fällt, was aber auch leicht einfach als Tatsache akzeptiert wird und nicht als Kraft gesehen wird.

Bianca unterscheidet nicht zwischen weniger Schwerkraft oder schwerlosem Zustand. Es ist ja gar nicht möglich selber dazu Erfahrungen zu sammeln, ein Flug zum Mond steht uns derzeit ja nicht zur Verfügung. Diesen Unterschied könnte ich möglicherweise den S/S durch Filmmaterial, das Astronauten sowohl im schwerelosen Raum als auch auf dem Mond zeigt, deutlich machen. So könnten S/S Unterschiede erkennen und damit zu einem besseren Verständnis kommen.

4.4 Matthias

Matthias beim Test 1: *„Masse ist das Volumen, das Gewicht ist die Schwere, mit der man sich bewegt.“* *„Auf dem Mars gibt es überhaupt kein Gewicht.“* *„Am Mond hat ein Körper kein Gewicht, weil es da keine Anziehungskraft gibt.“*

Bei Test 2 beantwortet er alle Fragen richtig. Nur in der Begründung der Frage, ob man auf dem Mond oder der Erde höher werfen kann, schreibt er: *„auf dem Mond, weil es keine Anziehungskraft gibt.“*

Beim AB beantwortet Matthias die ersten 4 Fragen richtig. Bei der Frage nach dem Versorgungsrucksack der Astronauten, weiß er auch noch das richtige Gewicht davon auf der Erde. Doch dies auf den Mond umzurechnen und umgekehrt, die Masse auf ein Sechstel zu reduzieren, um auf der Erde gleiches Gewicht zu erzielen, schafft er nicht.

Bei der Reflexion: *„Masse bedeutet Trägheit. Dabei denke ich daran, wie stark ich auf einen Fußball draufhauen muss.“*

Zum Thema Schwerelosigkeit schreibt er: *„Ich würde gerne wissen, wie das Gefühl am Mond ist, wo die Anziehungskraft nicht so stark ist.“*

Es gibt schon S/S die einen Unterschied zwischen Masse und Gewicht sehen, da aber das Gewicht als Kraft mit der Einheit Newton im Alltag ungebräuchlich ist, soll das Volumen die Menge und die „kg“ (Masse) das Gewicht ausdrücken.

Auch dieser Schüler hat ein eigenes Beispiel gefunden, um sich unter Trägheit etwas vorstellen zu können, nämlich den Fußball. Das Bestreben, sich einen Sachverhalt anhand eines Beispiels verständlich zu machen, ist offenbar sehr groß und für das Verständnis hilfreich. Welche Möglichkeiten habe ich als Lehrer, dies zu fördern oder zu erleichtern.

Dazu bringt der Schüler selber ein, dass er nicht nur mit dem Kopf verstehen will, sondern dass auch ein Gefühl dazugehört, um sich etwas wirklich vorstellen zu können.

4.4 Lukas

Lukas hat bereits beim Test 1 richtig geantwortet mit: *„ Die Masse zeigt an, wie viel wir von etwas haben! Das Gewicht zeigt an wie schwer man ist. Die Masse bleibt immer gleich, das Gewicht nicht.“*

Test 2: Hier setzt Lukas die Masse mit dem *Volumen* gleich. Alle anderen Fragen sind richtig, nur kann Lukas sich nicht vorstellen, dass ein Körper kein Gewicht haben kann: *„Jeder Körper, der eine Masse hat, hat auch ein Gewicht. Jeder Körper hat eine Masse.“*, und beschreibt damit den Sachverhalt auf der Erde. Was außerhalb der Erde noch sein kann, hat er nicht erlebt und „weiß“ es daher nicht.

Beim AB hat Lukas 3 von 5 Fragen richtig beantwortet. Die Frage nach den tatsächlichen Gewichten der Autos lässt er aus, die Frage nach dem Versorgungsrucksack der Astronauten beantwortet er genauso wie zuvor Matthias.

In seiner Reflexion heißt es: *„Ich kann mir jetzt viele Fragen selbst beantworten, von denen ich vorher keine Ahnung hatte. Ich habe früher nie darüber nachgedacht, warum ein Ball immer wieder zum Boden kommt..... Wieso ist eigentlich eine kleinere Anziehungskraft am Mond? Mir ist jetzt vieles logischer als vorher!“*

Im Unterricht stellte Lukas eine interessante Frage: *„Eine Tafel Schokolade hat am Mond die gleiche Masse wie auf der Erde, aber nur ein Sechstel des Gewichtes. Hat die Schokolade gleich viele Kalorien?“* Diese Frage bedeutet für mich eine Suche nach Relevanz für den S/S. Er möchte wissen, welche Konsequenzen der Unterschied der Schwerkraft auf verschiedenen Himmelskörpern tatsächlich für ihn bedeutet. Diese Frage erachte ich als durchaus berechtigt,

allerdings genügt es mir nicht, mich im Unterricht allein auf die Erfahrungswelt der S/S zu beschränken. Diese muss den Ausgangspunkt darstellen, aber Fortschritte sind in meinen Augen nur zu erzielen, wenn es gelingt, S/S von bekanntem Terrain weg zu führen.

4.4 andere S/S

Viele unterschiedliche Beispiele im Unterricht sind wichtig, da nicht jedes Beispiel alle S/S gleich erreicht. Dazu ist es gut die Präkonzepte der S/S zu kennen und diese dann durch Beispiele, Denkanstöße oder Experimente in Frage zu stellen. Barbara: „*Ich wollte schon immer wissen, wieso man nichts Schweres auf die Hutablage (im Auto) legen soll.*“ Sie hat sich bereits selber eine Frage gestellt und infolge des Unterrichts auch selber beantwortet.

S/S unterscheiden oft nicht zwischen schwerelos und weniger Anziehungskraft und vermischen schwerelos auch mit „...*hat keine Atmosphäre*“. Diesen Aspekt werde ich beim nächsten Mal aufgreifen und dazu auch Filmmaterial suchen, das Astronauten sowohl im schwerelosen Zustand als auch am Mond zeigt, damit dieser Unterschied deutlich sichtbar wird. Es gibt nur einzelne S/S, die schwerelos als gegenseitiges Aufheben von Kräften verstehen. Martin: „*Nun weiß ich, dass man nicht überall im All schwerelos ist (nur dort, wo sich die Kräfte gegenseitig aufheben)*“. Bianca: „*Ich stelle mir unter schwerelosen Raum einen Punkt zwischen Erde und Mond vor, wo sich die beiden Anziehungskräfte treffen.*“

Zu einer interessanten Frage kommt Dominik: „*Hat die Erde ein Gewicht?*“ Dies ist eine Frage, die für mich schon zeigt, dieser Schüler denkt in der richtigen Richtung. Die Frage führt schon dazu, die Gravitationskraft als etwas Gegenseitiges zwischen zwei Körpern zu sehen. Dies ist Dominik aber sicher nicht bewusst. Ist es aber sinnvoll diesen Aspekt im Unterricht zu behandeln? Die meisten S/S können damit sicher nichts anfangen. Dennoch meine ich, ist Fortschritt nur zu erzielen, wenn man über das Ziel hinausschießt, indem man Denkanstöße setzt, die sicher nicht alle S/S erreichen, aber für einzelne S/S eine große Bereicherung darstellen.

„*Ich habe früher nie nachgedacht, warum ein Ball immer wieder zum Boden kommt.*“ Dieser Satz zeigt mir auf dem richtigen Weg zu sein. Wenn es gelingt S/S zum Nachdenken über Dinge, die sie gewöhnt sind, die selbstverständlich sind, zu bringen, kann man erreichen, dass sich ihr Horizont, was physikalisches Denken und Kennenlernen physikalischer Modelle angeht, erweitert.

Beim Kommentar der S/S zur Fernsehwerbung (AB, Aufgabe 1) war die Qualität der Begründungen jedoch unterschiedlich, was wohl damit zu tun hat, was man unter abnehmen verstehen soll: eine Verringerung der Masse oder des Gewichts. So schrieben manche S/S: „*Er nimmt im Weltraum ab und bei der Landung wieder zu*“ oder andere: „*Man kann so gar nicht abnehmen*“. Einige begründeten richtig, dass das Gewicht im Weltraum verschwindet. Die Aufgabe aus dem Autoprospekt, wo Massen von Autos angegeben sind, diese aber als Gewicht bezeichnet werden, stellt bereits Ansprüche an das Abstrahierungsvermögen der S/S. Die Hälfte davon ist dazu in der Lage. Komplexer noch ist die Aufgabe bezüglich des Versorgungsrucksacks der Astronauten. Hier müssen S/S von der Masse das Gewicht auf der Erde und dann auf dem Mond berechnen und zurückschließen, welche Masse hat auf der Erde das gleiche Gewicht wie die 150 kg auf dem Mond. Hier zu verstehen was zu tun ist, setzt schon gutes Vorstellungsvermögen und Verständnis voraus. Ohne Hilfe schafften dies nur 5 (19 %) S/S.

5. Zusammenfassung

Im Laufe des Unterrichts war ein deutlicher Wissenszuwachs zu bemerken. Die Sicherheit der S/S Fragen zu beantworten stieg. Auch die Qualität der Begründungen nahm deutlich zu. Beispiele, die der Erfahrungswelt der S/S entsprechen, konnten sie mühelos richtig beantworten, wie der Kommentar zur Fernsehwerbung mit Ottfried Fischer zeigt (AB, Aufgabe 1).

Die Entwicklung einzelner S/S zeigt auch, was S/S aus ihrem Alltag kennen, ihnen vertraut ist, sie gewöhnt sind, hinterfragen sie oft nicht. Durch neue Aspekte im Unterricht kann man S/S dazu bringen, Vorstellungen zu hinterfragen und Antworten zu suchen. Dies ist ein wichtiger Punkt für mich. Durch Erforschen der Natur einer Kraft erweitert sich dann auch die Vorstellung über Magnete und deren Kraft. Wichtig ist aber, S/S dazu zu bringen, Fragen dieser Art zu stellen. Dies scheint mir eine wichtige Voraussetzung für eine Veränderung in der Vorstellung und damit im Verständnis.

Die Gefühle der S/S spielen beim Verstehen ebenfalls eine große Rolle. Wie gelingt es, positive Gefühle der S/S zu physikalischen Sachverhalten zu wecken? Dies ist wirklich eine Herausforderung.

6. Schlussfolgerungen

Ein Ziel im Physikunterricht sollte also sein, S/S durch „Erleben“ „Begreifen“ zu lassen, wo immer diese Möglichkeit besteht.

Weiters ermöglicht das Kennen von physikalischen Modellen ihr Anwenden und bedeutet daher ein Erweitern an Problemlösungsstrategien. Dies ist aber in der zweiten Klasse nur in Ansätzen und auch nur bei einigen interessierten S/S möglich. Für den Großteil der S/S muss man sich wahrscheinlich damit begnügen, das Repertoire an physikalischen Fachbegriffen schrittweise zu erhöhen und zu hoffen, dass durch deren Kenntnis im Laufe der Zeit auch Fragen nach dem Hintergrund auftauchen.

Was kann ich nun tun, um den Prozess bewusst zu fördern, um S/S dazu zu bringen, Dinge, die selbstverständlich sind, zu hinterfragen? Ich werde versuchen Experimente, Denkanstöße und Beispiele, wie sie auch schon im Arbeitsblatt vorkommen, vermehrt in den Unterricht einzubeziehen.

Wie kann ich die Gefühle der S/S ansprechen und bewusst einsetzen? Dabei helfen möglicherweise Filme, die Astronauten auf dem Mond oder im schwerelosen Raum zeigen. Auch Phantasiereisen der S/S, z.B. zu entlegenen Planeten, oder Beschreiben des Lebens im Weltraum, der Besiedelung des Mars´ oder der körperlichen Veränderungen im schwerelosen Raum fördert Spekulationen der S/S und spricht ihre Gefühle an.

Der Kreis muss sich wieder dahingehend schließen, dass S/S die Relevanz des zu Verstehenden und zu Lernenden einsehen, also einen Bezug zu ihrem Alltag auf einer wieder etwas höheren Ebene herstellen, also ihre Erfahrungswelt erweitern.

7. Anhang

Anhang 1

Test 1 = Test 2 Masse und Gewicht

1. Was ist die Masse eines Körpers?
2. Was ist das Gewicht eines Körpers?
3. Gibt es einen Unterschied zwischen der Masse und dem Gewicht eines Körpers?
 ja nein
Begründe deine Antwort:
4. Hast du auf dem Mond dieselbe Masse wie auf der Erde?
 ja nein
Begründe deine Antwort:
5. Hast du auf dem Mars dasselbe Gewicht wie auf der Erde?
 ja nein
Begründe deine Antwort:
6. Kann ein Körper kein Gewicht haben?
 ja, zum Beispiel..... nein
Begründe deine Antwort:
7. Wo kann man einen Ball höher werfen?
 auf der Erde auf dem Mond überall gleich hoch
Begründe deine Antwort:
8. Wie viel Kraft braucht man um eine Hantel von 20 kg zu heben?
9. Du befindest dich in einer Rakete im schwerelosen Zustand!
- Wie groß ist deine Masse?
 wie auf der Erde weniger als auf der Erde Null
- Wie groß ist dein Gewicht?
 wie auf der Erde weniger als auf der Erde Null
10. In welcher Einheit misst man das Gewicht?

Anhang 2

Arbeitsblatt: Masse und Gewicht

1. Was hältst du vom Abnehmen im Weltraum?

Du sollst als Fachmann der Physik zu diesem Werbefilm Stellung nehmen! Was findest du gut und richtig? Was ist deine Kritik?

2. Aus einem Autoprojekt: Eigengewicht 1 115 kg
Höchstzulässige Nutzlast 355 kg
Höchstzulässiges Gesamtgewicht 1 540 kg

Gib die „wirklichen“ Gewichtskräfte an!

Eigengewicht
Höchstzulässige Nutzlast
Höchstzulässiges Gesamtgewicht

3. Mit welcher Kraft drückst du auf den Fußboden?
4. Was passiert mit deinem Gewicht, wenn du dich von der Erde weg bewegst?
 bleibt gleich nimmt ab nimmt zu kommt darauf an
Begründe deine Antwort!

5. Auf dem Mond trugen die Astronauten einen Versorgungsrucksack mit 150 kg.
Welche Gewichtskraft hat der Rucksack auf der Erde?

Welche Gewichtskraft hat der Rucksack auf dem Mond?

Welche Masse muss der Rucksack haben, mit dem die Astronauten auf der Erde trainieren, damit die Gewichtskraft beim Training genauso schwer ist wie später auf dem Mond?