

**Reihe „Pädagogik und Fachdidaktik für LehrerInnen“**

Herausgegeben von der

**Abteilung „Schule und gesellschaftliches Lernen“**

des Interuniversitären Instituts für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung

Johannes Kainz

**Auswirkungen des Physik/Chemie -  
unterrichtes auf Präkonzepte und in der  
Schule erlernte Modellvorstellungen**

PFL-Naturwissenschaften, Nr. 44

IFF, Klagenfurt 1999

Redaktion:  
Peter Posch

Die Universitätslehrgänge „Pädagogik und Fachdidaktik für LehrerInnen“ (PFL) sind interdisziplinäre Lehrerfortbildungsprogramme der Abteilung „Schule und gesellschaftliches Lernen“ des IFF. Die Durchführung der Lehrgänge erfolgt mit Unterstützung von BMUKA und BMWV.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	2
<b>2. Auswahl des Untersuchungsbereiches für diese Studie.</b>	3
<b>3. Aufgabenstellungen</b>	4
<b>4. Auswertung</b>	5
2. Klasse:	5
3. Klasse:	7
4. Klasse	18
<b>5. Interpretation der Ergebnisse</b>	24

Mag. Johannes Kainz  
HS5 Wolfsberg  
9413 St. Gertraud

# 1. Einleitung

In Hauptschulen werden, im Gegensatz zur AHS die Fächer Physik und Chemie in einem gemeinsamen Fach, ich nenne es in weiterer Folge "Physik/Chemie", von nur einem Lehrer unterrichtet und es gibt auch nur eine gemeinsame Note für diesen Pflichtgegenstand.

Die Stundentafel sieht heute so aus, daß in der zweiten und dritten Klasse je 2 Wochenstunden für Physik und in der vierten Klasse vier Wochenstunden - zwei für Physik und zwei für Chemie - vorgesehen sind. Das sind also für einen Schüler insgesamt 8 Jahreswochenstunden. Im Rahmen der Schulautonomie kann diese Stundenzahl um eine erhöht bzw. gekürzt werden.

Aus meinem Erfahrungsbereich - ich bin Leiter der Lehrerarbeitsgemeinschaft der Physik/Chemie-Lehrer in meinem Bezirk mit 11 Hauptschulen und einer Polytechnischen Schule und Mitglied der Landeslehrerarbeitsgemeinschaft der Physik/Chemie-Lehrer meines Bundeslandes - weiß ich, daß es vielfach bei der Suche nach Stunden für schulautonome Maßnahmen, in der vierten Klasse zu einer Kürzung des Physik/Chemie-Unterrichtes auf drei Wochenstunden gekommen ist.

Auch an meiner Schule wurde in der 4. Klasse Physik/Chemie um eine Stunde gekürzt. Zugleich wurde Englisch um eine Wochenstunde "Englische-Konversation" auf vier Wochenstunden erhöht. Die schulautonome Maßnahme, Englisch in der vierten Klasse um eine Wochenstunde zu erhöhen, ging also zu Lasten von Physik/Chemie.

Die wichtigste Begründung: Die SchülerInnen sind nach Ansicht vieler KollegInnen in Deutsch und Mathematik weniger gefordert, obwohl "Hauptgegenstände", denn da gibt es Phasen der Übung und Wiederholung, in Physik/Chemie hingegen wird der Schüler vier Stunden in der Woche gefordert, was eine hohe Belastung der SchülerInnen darstelle und gleichzeitig auch mitschuld am Stellenwert dieses Faches sei.

Der Physik/Chemie-Unterricht an meiner Schule wurde, mit einer Ausnahme, immer von geprüften Fachlehrern unterrichtet, wobei die Anzahl dieser Lehrer in den letzten 27 Jahren von sieben, auf heute vier geschrumpft ist.

Die Ausnahme bildete ein Kollege, ein Mathematik- und Geographielehrer, der bereit war in der zweiten Klasse Physik/Chemie zu unterrichten. Er tat dies aus Neugierde, Interesse und aufgrund meiner Bereitschaft, ihm soweit wie möglich behilflich zu sein. Dieses freiwillige "Gastspiel" beendete er nach zwei Jahren mit der Begründung, daß der Physikunterricht doch nichts für ihn sei.

Es ist an Hauptschulen durchaus üblich, daß in Ermangelung ausgebildeter Physik/Chemie-Lehrer auch ungeprüfte dieses Fach unterrichten. Diese Regelung gilt auch für alle übrigen Unterrichtsfächer.

Was die Supplierung von Physik/Chemie-Stunden anlangt, kann ich für meine Schule sagen, daß von den "Nichtphysikern" alle Gegenstände lieber suppliert werden als Physik/Chemie.

Damit jedoch die Kontinuität im Unterricht gewahrt bleibt ist es bei uns üblich, ja quasi ungeschriebenes Gesetz, daß der zu supplierende Lehrer für eine inhaltliche Vorbereitung der Supplierstunde selbst verantwortlich ist und dem supplierenden Lehrer rechtzeitig diese Vorbereitung zukommen läßt.

Warum ist die Abneigung der LehrerInnen (NichtphysikerInnen) gegenüber Physik/Chemie trotzdem so groß ist?

- Es gibt kaum in sich abgeschlossenen Lehrinhalte für eine Unterrichtsstunde, was eine gezielte und ökonomische Vorbereitung des Lehrenden sehr erschwert.
- Daraus resultiert eine Angst, etwas zu unterrichten, wo die Zusammenhänge fehlen, wo der Überblick nicht gegeben ist, wo sich der Lehrer womöglich vor den Schülern, bei bestimmten Fragen zumindest, eine Blöße gibt.

Aus dieser Abneigung ziehe ich als Physik/Chemielehrer bei der Vorbereitung einer solchen Unterrichtsstunde Konsequenzen, indem ich

- a) auf eigenständiges Arbeiten der Schüler setze, also die Stunde so vorbereite, daß der Unterrichtler großteils nur Aufsichtsfunktion hat,
- b) Videofilme zurechtlege oder
- c) den Unterrichtler ersuche, es solle in seinem Fach diese Stunde in Eigenverantwortung selbst zu gestalten.

Für die Einstellung der SchülerInnen zum Fach Physik/Chemie haben meines Erachtens auch die Eltern wesentlichen Anteil. Durch ihre Einstellung zu Physik/Chemie und ihre Äußerungen dazu bestimmen sie mit über das Image dieses Unterrichtsfaches. Nicht selten kann man beim Elternsprechtag hören, daß Physik/Chemie doch nicht so wichtig und vor allem nicht so wichtig für Mädchen sei.

Wenn wir nun bedenken, wie schwer es ist eine Veränderung in den Einstellungen zu bewirken bzw. hervorzurufen, dann wird klar, welche schwierige Aufgaben die Schule und hier im speziellen die Physik/Chemielehrer zu bewältigen haben, um dem Physik/Chemieunterricht den positiven Stellenwert zu verschaffen, der ihm meiner Meinung nach zusteht.

## **2. Auswahl des Untersuchungsbereiches für diese Studie.**

Seit ich Physik/Chemie an Hauptschulen unterrichte und das sind nun bereits 25 Jahre, beschäftigt mich der Stellenwert, das Image, welches dieser Gegenstand bei den Schülern und bei den Eltern hat, wodurch es entsteht und wie es geändert werden könnte.

Es beschäftigt mich aber auch die Frage, was mit den Lehrinhalten, die ich vermittele und die Kinder großteils brav lernen, schlußendlich in Laufe der Jahre passiert.

Wie sehen die Bilder aus, die im Zusammenhang mit Physik/Chemie in den Gehirnen der Kinder entstehen, wie stark sind diese für später fixiert oder veränderbar? Wie fügen Schüler neue Erfahrungen aus Physik/Chemie in ihre vorhandenen Bilder ein, bzw. an? Warum gehen anfängliche, natürliche Neugierde und Kreativität im Laufe der Jahre verloren?

Es gibt also eine große Anzahl von Bereichen, die es für mich wert wären genauer untersucht und beschrieben zu werden.

Ich entschloß mich schließlich in dieser Studie dazu, 3 Interessensgebieten auf den Grund zu gehen, nämlich:

- Zu untersuchen, inwieweit sich die, mit den Kindern im Unterricht der zweiten Klasse entwickelte Modellvorstellung zum Thema Gravitation, als gegenseitige Anziehungskraft zwischen Körpern, in ihr Vorwissen einfügt, ob in späterer Anwendung ein sinnvoller Lerntransfer stattfindet, ob und wie sich diese Modellvorstellung im Laufe der Jahre verändert.

- Zu erheben, welchen Rang Physik/Chemie im Fächerkanon einnimmt und
- zu erheben, welchen Anteil der Lehrer daran hat, ob ein Schüler, eine Schülerin den Gegenstand Physik/Chemie mag.

Das Thema Gravitation habe ich gewählt, weil ich es in der zweiten Klasse bereits im ersten Semester, ca. ein halbes Jahr vor dieser Untersuchung, behandelt habe und es den SchülerInnen deshalb nicht mehr frisch in Erinnerung ist.

Es wurden drei Klassen, einer 2., 3. und 4. Klasse dieselben Fragen gestellt.

Die Gründe dafür sind:

- ▶ Ich unterrichte je eine zweite, eine dritte und eine vierte Klasse in Physik/Chemie. Alle drei Klassen hatten bisher nur mich als Physik/Chemie-Lehrer. Dies ist für die Auswertung der Untersuchungsergebnisse deshalb von Bedeutung, weil ich weiß, was in diesen Jahren in den untersuchten Klassen an Inhalten im Physikunterricht vermittelt wurde und was aus anderen Quellen stammen muß.
- ▶ Ich möchte feststellen, welche Unterschiede im Verständnis des Themas in den drei Klassen auftreten. Das Thema wird lt. Lehrplan in der 2. Klasse (Gewichtskraft) und in der 4. Klasse (freier Fall, Planeten- und Satellitenbahnen) behandelt.

### 3. Aufgabenstellungen

1. *Jemand hat das Wort "Gravitation" erstmals gehört. Wie würdest du erklären, was dieser Begriff bedeutet?*

2. *Dazu nun ein Beispiel:*

*Auf der Erde steht ein 150 kg schwerer Tisch. Superman nimmt diesen Tisch und transportiert ihn weit in den freien Weltraum hinaus. Anschließend kommt er zurück, holt auch die Erde und legt diese auf den Tisch drauf.*

*Was passiert?*

*Ist das möglich? Versuche deine Antwort sehr genau zu begründen.*

3. *Ordne die Pflichtgegenstände der Beliebtheit nach. Beginne mit deinem Lieblingsgegenstand, schreibe als nächstes den zweiten, dann den dritten usw. bis zu dem Gegenstand, den du am wenigsten magst. Sind dir Unterrichtsgegenstände gleich lieb, so kennzeichne dies durch Klammern .*

REL D E GS GW M GZ BU PS ME BE WK HW LÜ INF

4. Wieviel hat der Lehrer damit zu tun, ob du einen Gegenstand magst?

*Kreuze die für dich zutreffende Zahl an. Je mehr der Lehrer damit zu tun hat, desto höher muß deine Zahl sein.*

1 2 3 4 5 6 7

## 4. Auswertung

### 2. Klasse:

Diese Klasse besuchen 20 Schülerinnen, 12 Knaben und 8 Mädchen. Was mir in dieser Klasse besonders auffällt ist, daß ich eine geschlechterübergreifende Klassengemeinschaft nicht erkennen kann, d. h. es gibt die Gruppe der Buben und die der Mädchen. Dieses Bild ist im PC-Unterricht an der Sitzordnung beim Frontalunterricht und bei der Gruppenarbeit an der Gruppenzusammensetzung ersichtlich. Änderungswünsche meinerseits werden, nach gemeinsamen Gesprächen über eine "andere" Klassengemeinschaft, freiwillig nicht umgesetzt. Von mir eingefordertes Verändern der Strukturen hält nur bei konsequenter Kontrolle.

Das Arbeitsverhalten ist überwiegend, ausgenommen 2 Buben und 2 Mädchen, auf Reagieren ausgelegt. Mitgearbeitet und gelernt wird, diese vier SchülerInnen ausgenommen, nur nach Auftrag und für die PC-Note.

Die Erhebung in dieser Klasse wurde von der Personalreserve, einer 26jährigen Nichtphysikerin in einer Supplierstunde durchgeführt. Sie sollte den Kindern vorweg sagen, daß sie die Fragen so gut es geht beantworten sollen und, daß diese Arbeit keine Überprüfung, keinen Test darstelle und, daß sie auch nicht benotet wird.

Die SchülerInnen haben nur sehr kurze Antworten niedergeschrieben. Die Lehrerin sagte mir, die SchülerInnen wollten einfach nichts schreiben. Ich bin mir sicher, daß die Ergebnisse dieser Klasse anders, besser aussähen, hätte es eine Note auf die Arbeit gegeben. Das war allerdings nicht mein Ziel.

### **Aufgabe 1:**

*Jemand hat das Wort "Gravitation" erstmals gehört. Wie würdest du erklären, was dieser Begriff bedeutet?*

Das Ergebnis sieht so aus, daß von 20 SchülerInnen 19 unter Gravitation die Anziehungskraft der Erde verstehen und ein Schüler Gravitation mit Auftriebkraft übersetzt.

Nur einer der 19 Schüler, ein sehr leistungsschwacher, hat eine zusätzliche Erklärung angeführt. Diese lautet:

*"Die Gravitation ist die Anziehungskraft auf die Erde. Auf dem Mars kann man nicht leicht gehen, denn dort ist die Anziehungskraft noch stärker. Denn der Erdmittelpunkt ist magnetisch auf alles was darauf ist."*

Daß die übrigen SchülerInnen keine genaueren Erklärungen zur Gravitation abgegeben haben, erkläre ich damit, daß Suppliertunden im allgemeinen und diese im besonderen von SchülerInnen kaum bis gar nicht als reguläre Unterrichtsstunde gesehen wurde.

- der notengebende Lehrer ist nicht anwesend
- Lehrerin ist Nichtphysikerin
- Nichterfüllung des Auftrages hat offenbar keine Folgen

Die Minimierung des Aufwands auf Seiten der Schule war die Folge. Immerhin haben 19 von 20 SchülerInnen, d. s. 95 % der SchülerInnen dieser Klasse, den Begriff richtig zugeordnet. Weitere Schlüsse scheinen mir, mangels genauerer Informationen, nicht zulässig.

### **Aufgabe 2:**

*Auf der Erde steht ein 150 kg schwerer Tisch. Superman nimmt diesen Tisch und transportiert ihn weit in den freien Weltraum hinaus. Anschließend kommt er zurück, holt auch die Erde und legt diese auf den Tisch drauf.*

*Was passiert?*

*Ist das möglich? Versuche deine Antwort sehr genau zu begründen.*

Bei dieser Aufgabe wurden folgende Antworten gegeben:

1. Ja! Wenn man den Tisch umdreht, ist die Erde auch auf dem Tisch.
2. Wenn man den Tisch umdreht und auf den Boden stellt, steht die Erde auf dem Tisch.
3. Superman braucht nur den Tisch umzudrehen und die Erde steht auf dem Tisch.
4. Wenn man die Erde auf den Tisch stellen würde, stünde der Tisch wieder am Boden.
5. Das Ergebnis ist auf der Erde und im Weltraum gleich, weil die Erde nicht leichter oder schwerer werden kann.
6. Die Erde ist schon im Weltraum.
7. Es geht nicht, daß der Tisch die Erde trägt, weil die Erde eine Anziehungskraft hat. Der Tisch landet auf der Erde.
8. Nein, weil die Erde eine größere Anziehungskraft hat als der Tisch. 4 mal
9. Ja, wegen der Schwerelosigkeit im Weltraum. 2 mal
10. Es geht, weil das All keine Anziehungskraft hat.
11. Es ist nicht möglich, weil alle beide Gegenstände schweben. 6 mal

Die Antworten lassen folgende Schlüsse zu:

Bei 6 SchülerInnen, es sind dies die Antworten 1 – 6, oder 30 % dieser Klasse, hat ein Lerntransfer stattgefunden. Ich schließe aus diesen Aussagen, daß für diese SchülerInnen Gravitation an Körper, hier Tisch und Erde, gebunden ist. Dabei ist egal wo sich die Erde befindet, sie ist immer im Weltraum.

Die nächsten 5 SchülerInnen, Antworten 7 und 8, oder 25 % der Klasse würde ich auch zu denen zählen, die das Problem verstanden haben. Sie beantworten die Fragestellung zwar mit nein, formulieren dann aber eine brauchbare Erklärung dafür, wie der Sachverhalt zu verstehen ist. Für sie landet der Tisch auf der Erde, weil diese eine , bzw. eine größere Anziehungskraft hat als der Tisch.

Für 9 SchülerInnen, Antworten 9 – 11, oder 45 % der Klasse scheint es außerhalb der Erde keine Gravitation zu geben, d.h., sie verstehen unter Gravitation allein die Anziehungskraft der Erde an ihren Standort.

### Aufgabe 3:

Ordne die Pflichtgegenstände der Beliebtheit nach. Beginne mit deinem Lieblingsgegenstand, schreibe als nächstes den zweiten, dann den dritten usw. bis zu dem Gegenstand, den du am wenigsten magst. Sind dir Unterrichtsgegenstände gleich lieb, so kennzeichne dies durch Klammern.

REL D E GS GW M GZ BU PS ME BE WK HW LÜ INF

Auswertung: Rang des Physik/Chemieunterrichtes

Schüler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Rang von PC	1	2	3	3	3	4	4	4	6	6	6	8	8	10	10	11	13	13	13	13

Physik steht in dieser Klasse bei 13 Pflichtgegenständen (ohne GZ und HW) auf Rang 7 (genau 7,05).

Hier wäre eine weitere, genauere Untersuchung dahingehend angebracht, ob es noch weitere Faktoren gibt und welche, die zum jeweiligen Rangplatz geführt haben, Eine Interpretation der Ergebnisse, so wie sich jetzt darstellen, erscheint mir wegen der großen Streuung nicht sinnvoll.

### Aufgabe 4:

Wieviel hat der Lehrer damit zu tun, ob du einen Gegenstand magst?

Kreuze die für dich zutreffende Zahl an. Je mehr der Lehrer damit zu tun hat, desto höher muß deine Zahl sein.

1 2 3 4 5 6 7

Auswertung:

Wertung	1	2	3	4	5	6	7
Anz. der Schüler	0	3	1	1	1	3	11
Schüler in %	0	15	5	5	5	15	55

Aus diesen Ergebnissen, die eine Momentaufnahme darstellen, könnte der Schluß gezogen werden, daß für den überwiegenden Teil der SchülerInnen die Beliebtheit eines Unterrichtsfaches direkt proportional ist der Beliebtheit des unterrichtenden Lehrers. Doch sind in dieser Fragestellung nach der Beliebtheit der Unterrichtsfaches andere mögliche Faktoren, wie grundsätzliche Arbeits- und Lernbereitschaft, Freude an Neuem, persönliche Neigungen, etc. nicht berücksichtigt.

### 3. Klasse:

Diese Klasse, bestehend aus 29 SchülerInnen, ist in Summe eine sehr angenehme, interessierte, aktive und lernfreudige Klasse, in welcher sich bereits einige "Physikexperten" befinden, die selbst sagen, daß sie sich auch außerhalb des Physikunterrichtes mit physikalischen Phänomenen und Experimenten beschäftigen.

In dieser Klasse ging ich so vor, daß ich die SchülerInnen in einer Physikstunde einen Aufsatz mit dem Thema Gravitation schreiben ließ.

Im Physikunterricht der 3. Klasse wird das Thema Gravitation nicht explizit behandelt, ist aber im Hintergrund, als Phänomen wirksam, z. B. bei der Anomalie des Wassers, bei der Wärmebewegung der Luft, Niederschlag, etc.

Die Ergebnisse haben meine Erwartungen, obwohl ich mir von dieser Klasse sehr viel erwartet hatte, teilweise doch übertroffen.

In diesen Aufsätzen finden sich Formulierungen, wie z.B. *Es gibt aber auch Körper, die so schwer sind, daß sie sogar Licht anziehen (=schwarzes Loch)*, die ein über den Physik/Chemieunterricht hinausgehendes Interesse vermuten lassen.

### **Aufgabe 1:**

Aufsatz mit dem Thema "Gravitation"

Die folgende Erklärung dazu habe ich mündlich gegeben:

*Jemand hat das Wort "Gravitation" erstmals gehört. Wie würdest du erklären, was dieser Begriff bedeutet?*

Diese Vorgabe unterscheidet sich von der der 2. Klasse nur insofern, daß sie hier mündlich und von mir persönlich erfolgte.

Da ich diese Aufsätze sehr interessant und lesenswert finde, habe ich sie hier vollständig abgedruckt und von 1 bis 29 durchnummeriert.

Die Aufsätze 1 bis 11 analysiere ich einzeln, da sie Aussagen enthalten, die für mich widersprüchlich sind und/oder mir für meine Arbeit wichtig erscheinen. Die SchülerInnen beschreiben teilweise eigene Denkmodelle. In meinen Analysen versuche ich, den Gedanken der SchülerInnen nachzugehen.

Über die Aufsätze 12 bis 29, die ich durchwegs als sehr gelungen und von den Inhalten her als ähnlich bezeichne, gebe ich im Anschluß an die Niederschrift der Aufsätze eine zusammenfassende Analyse und Überlegung ab.

Vieles in den Naturwissenschaften, das heute noch nicht klar erforscht, bzw, erwiesen ist, wird, aufbauend auf vorhandenes abgesichertes Wissen in Denkmodellen dargelegt, z. B. beim Atommodell und erst verworfen, wenn es falsifiziert wird.

Da ich diese Aufsätze, natürlich auf kindlichem Niveau, durchaus unter den gleichen Gesichtspunkten sehen möchte, empfehle ich diese Überlegung beim Lesen mitzubedenken.

1. *Gravitation ist das, was uns auf der Erde festhält. Gäbe es die Gravitation nicht, würden wir wahrscheinlich nicht existieren oder irgendwo herumschweben. Ein Apfel fällt vom Baum herunter und bleibt am Boden liegen, weil die Erdanziehungskraft den Apfel am Boden hält. Im Erdmittelpunkt befindet sich heiße glühende Lava und dort befindet sich auch eine Art Magnet, der uns anzieht, Erdanziehungskraft. Es befinden sich im Körper des Menschen Eisenteile, die halten uns am Boden. (Christian)*

Christian erklärt die Wirkung der Gravitation auf der Erde und setzt sie dann mit Magnetismus gleich. Da er in der zweiten Klasse vermittelt bekam, daß die Erde einen starken Magnetismus besitzt, daß vor allem Eisen magnetisierbar und von Magneten angezogen wird, muß für sein Denkmodell der Mensch Eisenteile in sich haben.

2. *Gravitation ist die Anziehungskraft eines Planeten. Auf der Erde ist die Gravitation so groß, daß wir gehen, laufen können usw. Beispiel: Ein Apfel der noch nicht reif ist, ist so leicht, daß ihn der Baum noch halten kann. Sein Gewicht ist zu gering, als daß ihn die Anziehungskraft herunterziehen könnte. Wenn der Apfel zu schwer ist, zieht ihn die Erde stärker an und er fällt auf den Boden. (Andreas)*

Andreas beschränkt sich in seiner Definition darauf, Gravitation als Anziehungskraft nur von Planeten zu sehen. Interessant finde ich seine Gedanken, daß er für das Loslösen eines Apfels vom Baum ausschließlich die Anziehungskraft der Erde, also physikalische Gründe verantwortlich macht und biologische oder andere Gründe außer acht läßt und, daß mit der Größe der Masse des Apfels die Anziehungskraft der Erde zunimmt.

Andreas ist für mich Beispiel dafür, wie wichtig es ist, komplexeres, fächerübergreifendes Denken zu fördern, um bei künftigen Problemstellungen mehr Lösungsmöglichkeiten zur Verfügung zu haben.

3. *Als Schwerkraft bezeichnet man die Schwerelosigkeit im All. Auf allen Planeten, außer auf der Erde, weil sie uns anzieht, und im Weltraum muß man mit der Schwerkraft umgehen können, sonst bricht der Kreislauf zusammen. (Florian)*

Florian verwechselt Schwerkraft mit Schwerelosigkeit, bzw. setzt sie gleich. Er kennt auch den Begriff der Anziehungskraft, meint aber, daß nur die Erde Anziehungskraft hat.

4. *Als der junge Isaac Newton unterhalb eines Apfelbaumes stand, beobachtete er, wie ein Apfel auf die Erde fiel. Von nun an wußte er, daß alle Körper lotrecht zum Erdmittelpunkt fliegen. Gravitation (= Schwerkraft) kann man auch künstlich im Weltraum erzeugen. Z.B. könnte man ein Modul einer Raumstation zur Rotation (= Umdrehung) bringen. Seit neuestem kann man Schwerkraft auf der Erde überwinden. In einem Porzellanring eingeschlossene Magneten bringen einen Eisenring zur Rotation. Der wiederum erzeugt ein Magnetfeld (= Gravitationsfeld), der ein Kilogewicht zu schweben bringt. Im Weltraum ist Schwerkraft in einem Körper vorhanden. Beispiel: Astronauten rotieren leicht im Weltraum. (Alexander)*

Was aus Alexander's Aufsatz hervorsteht ist, daß er einen Modellversuch zur Überwindung der Gravitation auf der Erde beschreibt und damit, die Rotationsbewegungen der Astronauten im Weltraum begründet. Ich vermute Alexander meint, Astronauten drehen sich, um die Schwerkraft zu überwinden.

5. *Die Gravitation ist eine Kraft. Wenn es im Weltraum keine Gravitation gäbe, würde die Erde einfach durch die Gegend fallen. So ist es auch bei den Astronauten, wenn sie jetzt z.B. auf den Mond fliegen und sie brauchen deswegen ihre Anzüge. Oder wenn es in der Erde keine Gravitation gäbe, würde einfach alles durch die Gegend fliegen. Und wenn die Astronauten ihre Anzüge nicht an hätten, würden sie einfach durch die Gegend fliegen. (Bernd)*

Vollziehe ich Bernd's Gedanken nach heißt das: Im Weltraum gibt es Gravitation in Bezug auf die Erde, die die Erde hier festhält. Die Erde hat Gravitation in Bezug auf alle Gegenstände darauf und die Raumanzüge haben Gravitation in Bezug auf den Astronauten. Bernd erklärt das Schweben der Astronauten, also die Schwerelosigkeit über Kräfte in den Raumanzügen.

6. *Gravitation ist die Anziehungskraft zwischen zwei Körpern. Die Gravitation ist das Produkt aus den zwei Massen der Körper, d.h. daß das Produkt der beiden Massen die Schwerkraft ergibt. Desto schwerer die beiden Massen sind, desto stärker ist die Gravi-*

*tation, d.h. je schwerer ein Körper ist, je stärker zieht ihn die Erde an. Am Erdmittelpunkt gibt es keine Anziehungskraft. (Elisabeth)*

Elisabeth weiß was Gravitation ist. Sie weiß auch, daß die Größe der Gravitation von den Massen der Körper abhängt. Im Widerspruch zur Realität stehen hingegen ihr Gravitationsgesetz und die Aussage, daß es im Erdmittelpunkt keine Anziehungskraft gibt.

7. *Die Gravitation heißt Schwerkraft. Auf dem Mond ist fast keine Schwerkraft. Wenn es keine Gravitation gäbe, würde alles in der Luft herumschwirren. Auf unserer Welt gibt es eine Schwerkraft. Auf dem Mond schwebt man, weil es keine Schwerkraft gibt. Auf der Erde herrscht ungefähr 9,8 N Schwerkraft. Die Schwerkraft wird in Newton gemessen. Die Gravitation ist das Produkt zweier Massen eines Körpers. (Simone)*

Simone beginnt in den ersten vier Sätzen vielversprechend, widerspricht sich aber dann, wenn sie dem Mond eine Schwerkraft wieder abspricht. Sie weiß auch, daß eine Kraft in Newton gemessen wird. Was sie aber außer acht läßt, ist die Abhängigkeit der Größe der Schwerkraft von den Massen der Körper und ihrer Entfernung voneinander.

Ich sehe in diesem Aufsatz eine Aneinanderreihung von Detailwissen.

8. *Die Gravitation ist die Anziehungskraft der Erde, die verursacht, daß die Dinge zur Erde gezogen werden und daß sie ein Gewicht haben. Der Mond hat keine Schwerkraft. Ohne Anziehungskraft würden wir nicht auf der Straße gehen können, sondern durch die Gegend hüpfen. Im Weltraum gibt es keine Schwerkraft. (Claudia)*

Claudia bezieht die Gravitation allein auf die Erde. Daß wir ohne Schwerkraft hüpfen würden hat sie wohl von den Fernsichtbildern über die Mondspaziergänge der Astronauten abgeleitet.

9. *Die Gravitation ist eine Schwerkraft. (Christian)*

Den "Aufsatz", oder besser Satz von Christian erwähne ich hier deshalb, weil Christian zwar ein fleißiger, aber sehr sehr schwacher Schüler ist. Der Wert seiner Aussage ändert sich, wenn man weiß, daß ihm ein Psychologe im 9. Lebensjahr einen IQ von 57 bescheinigt hat.

10. *Die Gravitation ist die Schwerkraft. Schwerkraft ist die Schwerelosigkeit im Weltraum. Das bedeutet, wenn man auf der Erde 40 kg hat, ist man am Mond viel leichter. Die Masse deines Körpers bleibt gleich, nur der Mond hat die kleinere Anziehungskraft. Auf allen Planeten ist die Schwerkraft kleiner als auf der Erde. Wenn es auf der Erde keine Anziehungskraft gäbe, gäbe es kein Leben, weil alles davonfliegen würde. (Johannes)*

Johannes scheint mir kein klares Bild von diesem Thema zu haben. Seine Aussagen sind widersprüchlich, wenn er schreibt, daß Gravitation die Schwerkraft ist und zugleich die Schwerelosigkeit im Weltall und daß alle Planeten eine kleinere Schwerkraft haben als die Erde. Der Schluß daraus wäre, daß es keinen Ort ohne Schwerkraft gibt.

11. *Jeder Mensch, jedes Tier, jedes Ding, jede Pflanze, einfach alles besitzt Schwerkraft. Manche besitzen wenig Schwerkraft, manche aber wieder mehr. Die Erde besitzt viel Anziehungskraft, so auch viel Schwerkraft. Also man kann sicher sein, daß die Erde einen nicht mehr so leicht losläßt. Beim Mond ist es aber ein bißchen anders. Der Mond besitzt wenig Anziehungskraft, so auch wenig Schwerkraft. Am Mond braucht man einen eigenen Anzug, damit man eine bestimmte Schwerkraft besitzt. Gravitation ist lateinisch und heißt Schwerkraft. (Martina)*

Aus Martinas Beschreibung lese ich heraus, daß sie Anziehungskraft und Schwerkraft als zwei verschiedene sich gegenseitig bedingende Kräfte ansieht, d.h. Anziehungskraft geht z.B. von der Erde aus, Schwerkraft vom Körper in Richtung auf der Erde. Das erklärt auch den Satz mit dem Raumanzug. Martina meint hier wohl, daß der Anzug genügend schwer sein muß um die fehlende Anziehungskraft des Mondes auszugleichen.

Wenn ich diese ersten 11 Aufsätze in Bezug auf meine Ausgangsfragestellung auf Seite 4, wie sich die Modellvorstellung zum Thema Gravitation entwickelt oder verändert hat durchleuchte, so kann ich zusammenfassend sagen, daß diese SchülerInnen das in der Schule Vermittelte mit Vorwissen, bzw. eigenen Vorstellungen zu einem persönlichen Denkmodell ergänzten.

Zu berücksichtigen ist dabei, daß jeder Mensch einmal Gelerntes auch wieder vergessen kann und er dazu neigt, Fehlendes spontan zu ergänzen. Die widersprüchlichen und fehlerhaften Aussagen, wie ich sie in den Einzelanalysen beschrieben habe, erkläre ich damit, daß diverse Sachinformationen im Unterricht nicht oder nur teilweise wahrgenommen oder nicht richtig assoziiert wurden.

Von diesen Aussagen auf das allgemeine Leistungsniveau der SchülerInnen zu schließen halte ich deshalb für nicht zulässig, da es hier rein um eine Erklärung des Begriffes Gravitation und um die Modellvorstellung dazu geht und Bereiche wie Leistungsfähigkeit, Lernbereitschaft, Lernfreude, Arbeitshaltung, Arbeitseinsatz u. a. unberücksichtigt blieben.

12. *Schwerkraft ist die Anziehungskraft, die uns auf der Erde hält. Sie ist auf anderen Planeten verschieden stark, z.B. auf dem Mond wiegt man nur ein sechstel seines Gewichts, weil der Mond eine schwächere Anziehungskraft hat. Gäbe es z.B. keine Schwerkraft mehr, würde der Apfel, der vom Baum fällt, nicht mehr auf dem Boden landen, sondern frei herumschweben. Auf der Sonne könnte man, könnte man sie betreten, keinen Schritt machen, da sie eine so große Anziehungskraft hat. Wie wir wissen, ist die Erde etwas gedrückt, darum gibt es an den Polen eine stärkere Anziehungskraft, als am Äquator. Der Mond beeinflußt das Meer durch seine Anziehungskraft, sonst gäbe es keine Gezeiten. (Philipp)*
13. *Die Gravitation hält uns Lebewesen auf der Erde. Wenn die Gravitation, Erdanziehungskraft nicht wäre, würden wir wie ein Stein aus der Erdatmosphäre fallen. Dies erkannte schon Isaac Newton, als er in seinem Garten einen Apfel vom Baum fallen sah. Für seine wissenschaftlichen Erkenntnisse wurde eine Universität nach ihm benannt: das Isaac Newton College. (Michael)*
14. *Gravitation ist gleich Schwerkraft. Jeder Körper hat eine Gravitation. Je kleiner der Körper, desto kleiner die Gravitation. Auch der Mensch hat eine Gravitation, nur ist diese so klein, daß wir sie nicht wahrnehmen. Die Gravitation wirkt immer lotrecht (= zum Körpermittelpunkt). Die Gravitation hat eine bestimmte Reichweite. Außerhalb dieser Reichweite herrscht von diesem Körper keine Gravitation. Ohne Gravitation würden alle losen Dinge wahllos herumschweben. Die Gravitation der Erde hält die Atmosphäre fest und alles andere auf der Erde. Wenn man quer durch die Erde einen Tunnel gräbt und einen Stein hineinwirft, fällt dieser bis zum Mittelpunkt und bleibt dort stehen, denn hierher wirkt die Schwerkraft und wie schon gesagt, wirkt die Schwerkraft immer lotrecht. Der Stein bleibt für immer hier stehen. (Christopher)*
15. *Die Einheit der Schwerkraft ist Newton. Auf dem Mond hat man eine geringere Schwerkraft als auf der Erde. (Alfred)*

16. Die Schwerkraft ist die Anziehungskraft, die die Erde auf einen Körper ausübt. Wenn es die Schwerkraft nicht gäbe, würde man schwerelos in der Luft herumschweben. Wenn man dann hüpfen täte, würde man in das Weltall hinausgetrieben, weil die Erde keine Anziehungskraft auf mich ausübt. Auf jedem Planeten unseres Sonnensystems ist die Anziehungskraft verschieden groß. Ein Mensch, der auf der Erde 36 kg hätte, hat auf dem Mond nur 6 kg, weil die Anziehungskraft auf dem Mond nur ein Sechstel gegenüber der Erde beträgt. (Hannes)
17. Schwerkraft ist eine Kraft, die uns auf der Erde hält. Ohne sie wäre ein Leben auf der Erde nicht möglich. Gravitation hält nämlich die Atmosphäre fest. Schwerkraft ist aber auch abhängig vom Gewicht des Körpers. Umso größer und schwerer ein Körper ist, umso größer ist seine Schwerkraft. Es gibt aber auch Körper, die so schwer sind, daß sie sogar Licht anziehen (= schwarzes Loch). Isaac Newton: Als der junge Isaac unter einem Baum saß, sah er, wie ein Apfel zu Boden fiel. Daraufhin überlegte er, warum der Apfel nach unten und nicht nach oben fiel und warum der Mond nicht auf die Erde fällt. Er kam zu dem Schluß, daß sich jedes Teilchen im Universum anzieht.  
Werner von Braun zeichnete eine Raumstation, die wie ein riesiges Rad aussah. Die Station hätte zur Eroberung des Weltraumes dienen sollen. Dieses Rad hätte sich dreimal pro Minute um sich selbst drehen sollen. Durch die Fliehkraft hätte sich Gravitation bilden sollen. Denn durch einen langen Aufenthalt in der Schwerelosigkeit bilden sich Muskel zurück. (Christoph)
18. Die Gravitation ermöglicht uns Menschen das Leben auf der Erde. Ohne die Schwerkraft würden wir in das Weltall fliegen. Die Schwerkraft wirkt lotrecht zum Erdmittelpunkt. Das ermöglicht, daß man am Südpol und am Nordpol ganz normal gehen kann.  
Gravitation: Anziehungskraft oder Schwerkraft. Die Stärke der Gravitation wird in Newton gemessen.  $1 \text{ kg} = 10 \text{ N}$ . Die Anziehungskraft am Mond ist sechsmal geringer als auf der Erde. Die Menschen und die Erde ziehen sich gegenseitig an. Desto größer das Volumen eines Körpers, umso größer ist seine Anziehungskraft. Am Jupiter da könnten wir uns nicht bewegen, weil die Anziehungskraft so groß ist. Im Weltall verlieren wir kein Gewicht, sondern nur die Anziehungskraft ist schwächer und dadurch weniger Newton. (Daniel)
19. Ohne die Schwerkraft könnten wir nicht leben, weil wir sonst unabhängig in der Luft herumfliegen würden. Ein Wissenschaftler sagte, daß im Vakuum ein Apfel gleich schnell hinunterfällt wie eine Feder. Die Sonne hat auch eine Anziehungskraft. Sie zieht alle Planeten an, deswegen schwebt ein Planet immer in der gleichen Umlaufbahn. Wenn es keine Anziehungskraft geben täte, dann könnte ich nicht zur Schule gehen, im Kaufhaus würden die Lebensmittel herumfliegen, wir könnten nicht mit dem Auto fahren, wir könnten nicht mehr im Meer baden gehen. Es könnte aber auch nicht regnen oder schneien. (Michael)
20. Im Vakuum fällt ein Apfel gleich schnell wie eine Feder. Gravitation nennt man Schwerkraft. Ohne Schwerkraft könnten wir nicht leben. Ohne die Schwerkraft täten wir herumschweben. Die Schwerkraft ermöglicht uns, daß wir z.B. mit dem Rad fahren können. Wenn wir einen Ball in die Luft schießen würden, dann käme er ohne die Schwerkraft nicht mehr herunter. Sie zieht alle Planeten an. (Hannes)
21. Das Wort Gravitation heißt Schwerkraft. Schwerkraft bedeutet das, was vom Erdmittelpunkt angezogen wird. Japan ist zwar unter uns, aber sie stehen nicht auf dem Kopf, sondern sie leben gleich wie wir, d.h. Schwerkraft. Im Weltall ist die Schwerkraft nicht so stark wie bei uns. Im Weltall kann man fliegen. Das geht bei uns nicht, weil wir von der Schwerkraft angezogen werden. Wenn ein Apfel vom Baum fällt, ist kein Zeichen, daß er

- reif ist, sondern er wird von der Schwerkraft angezogen. Der Heißluftballon steigt deswegen, weil Gas im Ballon erzeugt wird. (Bernhard)
22. Ohne Schwerkraft würden wir schwerelos in der Luft umherschweben. Wenn wir einen Apfel vom Baum holen und ohne Schwerkraft hinaufspringen und den Apfel haben, aber den Ast nicht erwischen, sind wir weg. Wenn es z.B. keine Anziehungskraft geben würde, würden wir die Umdrehung der Erde spüren. (Katja)
  23. Die Schwerkraft herrscht auf der Erde. Wenn es die Schwerkraft nicht geben würde, dann könnten wir Menschen alle fliegen. Es gibt im Weltall keine Schwerkraft, z.B. bei den Astronauten. Sobald sie von der Erde immer weiter wegkommen, beginnen sie zu schweben in ihrer Rakete. (Monika)
  24. In einem Vakuum fliegt eine Feder gleich schnell, wie ein Apfel zu Boden. Ohne eine Anziehungskraft der Erde könnten wir nicht existieren, sondern wir würden im All herumfliegen. Wenn ein Körper von der Erde angezogen wird, ist er leichter und wenn er nicht angezogen wird, ist er schwerer. Die Erde besitzt eine Anziehungskraft. Ohne diese Kraft würden wir in der Luft schweben. Ein Beispiel: Hebt man etwas auf, fällt es immer wieder zu Boden, das bewirkt die Anziehungskraft. (Bettina)
  25. Jedes Wesen besitzt Schwerkraft. Im Vakuum fliegt eine Feder gleich schnell wie ein Apfel zu Boden. Gravitation ist lateinisch und bedeutet Schwerkraft. Der Mond hat wenig Schwerkraft. (Yvonne)
  26. Ohne die Anziehungskraft der Erde könnten wir nicht existieren. Die Australier sind von uns aus gesehen auf der anderen Seite der Erde. Sie stehen von uns aus gesehen auf dem Kopf. Diese Anziehungskraft aber hält die Australier fest. Je weniger ein Körper von der Anziehungskraft der Erde angezogen wird, desto leichter ist er. Wenn er stark angezogen wird, dann ist er schwerer. Auf der Erde gibt es eine sehr starke Anziehungskraft, was man von anderen Planeten nicht sagen kann. Der Mond hat eine deutlich geringere Anziehungskraft als die Erde. Am Mond kann man deshalb nicht sehr gut gehen, sondern schweben. Ein Mann hat herausgefunden, daß, wenn man etwas aufhebt und dann wieder fallen läßt, dieser Körper immer zur Erde fällt. Das bewirkt diese Anziehungskraft. Ohne diese Kraft fielen wir alle von der Erde. (Elisabeth)
  27. Gravitation bedeutet Schwerkraft. Ohne die Schwerkraft könnte nichts auf der Erde Leben. Auf anderen Planeten gibt es eine andere Schwerkraft. (Michaela)
  28. Die Gravitation heißt auch Schwerkraft. Sie wird in Newton gemessen. Durch die Schwerkraft ist ein Körper am Mond leichter als auf der Erde. Wenn es keine Schwerkraft gäbe, würde alles im luftleeren Raum schweben. Auf dem Mond würde man schweben, weil keine Schwerkraft vorhanden ist. Wenn wir z.B. keine Schwerkraft hätten, könnten wir nach kurzer Zeit nicht mehr atmen. Auf dem Mond ist man dadurch leichter als auf der Erde. (Daniela)
  29. Gravitation heißt auf deutsch Schwerkraft. Auf dem Mond herrscht fast keine Schwerkraft. Wenn es keine Schwerkraft gäbe, dann würde alles in der Luft schweben. Auf der Erde gibt es eine Schwerkraft. Wer auf den Mond fliegt, schwebt in der Rakete. Die Schwerkraft wird in Newton gemessen. Auf der Erde herrscht ungefähr 9,80 Newton Schwerkraft. Die Gravitation ist das Produkt der Massen zweier Körper. (Karin)

Die Aufsätze 12 bis 29, obwohl unterschiedlich in ihrer Ausführlichkeit und Genauigkeit, sind für mich gute Erklärungsversuche des Begriffes Gravitation. Sie alle enthalten grundsätzliche Aussagen darüber, was Gravitation ist, welche Bedeutung sie für uns Menschen auf und außerhalb der Erde hat und daß die Gravitation nicht überall gleich groß ist. Interessant finde ich auch, daß die SchülerInnen sehr häufig Beispiele anführen, die im Konjunktiv verfaßt aufzei-

gen, was ohne Schwerkraft alles wäre, bzw. nicht wäre. Für viele SchülerInnen ist ein Leben auf der Erde ohne Schwerkraft nicht vorstellbar.

Was diese zweite, größere Gruppe von Aufsätzen dieser Klasse noch gemeinsam haben ist, daß von den SchülerInnen keine eigenen Denkmodelle über Gravitation dazuerfunden wurden.

Von den 29 SchülerInnen dieser Klasse verstehen 27 unter Gravitation eine Anziehungskraft, bzw. Schwerkraft, wobei es bei 24 SchülerInnen die Anziehungskraft von Himmelskörpern, vorrangig die der Erde ist. Drei SchülerInnen definieren sie ganz klar als Anziehungskraft zwischen Körpern, d.h. zwischen beliebigen Körpern.

Zwei Schüler, Johannes und Florian, setzen Schwerkraft mit Schwerelosigkeit gleich, verwenden aber dann in den Erklärungen Schwerkraft als Anziehungskraft und verstricken sich dabei in Widersprüche. Ich denke mir, hier spielen Science-fiction-Filme mit herein.

Die Inhalte einiger Aufsätze z. B. von Alexander, Christopher oder Christoph, lassen vermuten, daß sich die Schüler mit diesem Thema in der Vergangenheit selbständig auseinandergesetzt haben. In der dritten Klasse wird, wie ich eingangs schon gesagt habe, die Gravitation nicht behandelt.

### **Aufgabe 2:**

*Auf der Erde steht ein 150 kg schwerer Tisch. Superman nimmt diesen Tisch und transportiert ihn weit in den freien Weltraum hinaus. Anschließend kommt er zurück, holt auch die Erde und legt diese auf den Tisch drauf.*

*Was passiert?*

*Ist das möglich? Versuche deine Antwort sehr genau zu begründen.*

Die Antworten sind nachfolgend, durchnummeriert, zur Gänze, inhaltlich zusammenfassend, in Gruppen abgedruckt.

Die Antworten 1 bis 14 beinhalten ein klares ja, jene von 15 bis 17 ein nein, jedoch mit der Erklärung, daß die Erde den Tisch anzieht und die Antworten von 18 bis 29 ein klares nein zur Lösung der Aufgabe.

- 1. Das gibt es, weil das ein Mensch mit einem gleichen Tisch auch machen kann. Er muß nur den Tisch auf den Kopf stellen.  
Da die Erde sich im Weltraum befindet, die Lufthülle nicht von einer harten Schale umgeben ist, durchdringt der Tisch die Lufthülle und liegt verkehrt auf dem Boden. (Philipp)*
- 2. Ja, denn im Weltraum herrscht Schwerelosigkeit, d.h. der Tisch wird von der Gravitation der Erde angezogen und die Erde schwebt wahllos im Weltraum bis sie in irgendeine Umlaufbahn gerät. (Christopher)*

Die ja-Antworten von Philipp und Christopher führe ich deshalb getrennt an, weil das "ja" hier genauer und origineller begründet wird, als bei den übrigen Antworten. Diese Antworten vermitteln mir den Eindruck, daß die beiden Buben die Zusammenhänge Gravitation – Körper verstehen und auf neue Situationen auch anwenden können.

3. *Ja, weil es im Weltraum keine Schwerkraft gibt. Die Erde hat eine Anziehungskraft, damit zieht sie den Tisch an. (Michael)*
4. *Ja, weil es keine Schwerkraft gibt und das Weltall ist groß genug. Die Erde hat den Tisch mit ihrer Anziehungskraft angezogen. (Hannes)*
5. *Ja, weil die Erde den Tisch anzieht. (Katja)*
6. *Ja, die Erde zieht den Tisch an. (Elisabeth)*
7. *Ja, das bezweckt die Anziehungskraft. (Bettina)*
8. *Ja! Wegen der Anziehungskraft. (Yvonne)*
9. *Ja, Weil die Erde den Tisch an sich zieht. (Martina)*
10. *Ja, das geht. Das bewirkt die Anziehungskraft. Die Erde hält den Tisch fest und nicht der Tisch die Erde. (Elisabeth R.)*
11. *Ja, aber die Erde würde den Tisch anziehen. Ansonsten würde der Tisch zusammenbrechen. (Claudia)*

Die ja-Antworten 3 bis 11 interpretiere ich so, daß die Erde auf den Tisch draufgelegt werden kann, daß sie aber wegen ihrer größeren Anziehungskraft den Tisch anzieht.

Diese Aussagen sprechen dafür, daß die SchülerInnen über die Abhängigkeit der Größe der Gravitation von der Masse der Körper Bescheid wissen.

12. *Ja, es geht, weil die Schwerkraft die Erde hält. (Bernd)*
13. *Ja, es geht, weil im Inneren eines Körpers Schwerkraft erzeugt wird und die hält die Erde fest. (Alexander)*

Diese beiden Schüler machen die Größe der Gravitation nicht von der Masse eines Körpers abhängig, wenn sie sagen, daß der Tisch die Erde festhält.

14. *Ja, weil die Erde und der Tisch im Weltraum keine Anziehungskraft hat. Darum schwebt die Erde auf dem Tisch. (Alfred)*

Aus Alfred's Formulierung schließe ich, daß für ihn die Anziehungskraft nur an die Erde an ihrem jetzigen Standort gebunden ist. Auch die Aussage, daß die Erde auf dem Tisch schwebt, bestärkt mich in dieser Ansicht

15. *Nein, weil die Erde hat eine größere Anziehungskraft als der Tisch, deswegen würde der Tisch auf der Erde stehen, weil die Erde schon im Weltraum ist. (Christoph)*
16. *Nein, weil die Erde eine Anziehungskraft hat. Die Erde zieht den Tisch an. (Karin)*
17. *Nein, denn im Weltraum gibt es keine Schwerkraft. Die Erde zieht den Tisch an. (Andreas)*

Christoph, Karin und Andreas beantworten die Frage zwar mit nein, doch die Erklärung dazu, daß die Erde den Tisch anzieht, daß also eine Anziehungskraft zwischen beiden Körpern herrscht, haben mich veranlaßt, diese drei Antworten auch der Gruppe der ja-Antworten zuzuordnen.

18. *Nein, das geht nicht, weil die Erde dort keine Schwerkraft hat. Es ist auch ausschlaggebend, wo die Erde hingestellt wird. Wenn sie zu nah an der Sonne wäre, würden wir verbrennen. (Michael)*

Michael weiß, daß die Erde Schwerkraft besitzt, aber ihm ist nicht klar, daß diese an ihre Masse gebunden ist

19. *Wenn es ein tonnenschwerer Tisch wäre, könnte man die Erde drauflegen. Nein, es geht sicher nicht, weil der Tisch schwebt. Sobald man die Erde drauflegen würde, bräche der Tisch. (Christian)*
20. *Nein, weil der Tisch das Gewicht nicht aushält. (Hannes)*
21. *Nein, weil der Tisch das nicht aushält. Die Erde ist schwerer als der Tisch. (Simone)*
22. *Nein, weil der Tisch zu schwer ist und man die Erde nicht auf den Tisch legen kann. (Christian)*
23. *Nein. Erstens haltet es der Tisch nicht aus und zweitens gibt es keinen Superman, drittens wird er davonfliegen. (Daniela)*
24. *Nein, der Tisch würde das nicht aushalten und der Tisch würde wegfliegen. (Michaela)*

Die Antworten 19 bis 24 analysiere ich so, daß die Erde nicht auf den Tisch gelegt werden kann, weil dieser dabei zerbricht oder von der Erde weggedrückt wird und wegfliegt.. Hier fehlt das Verständnis für die gegenseitige Anziehungskraft zweier Körper.

25. *Nein, weil man die Erde nicht aus der Umlaufbahn bringen kann. (Johannes)*
26. *Nein, weil die Erde nicht aus der Umlaufbahn fallen kann. Die Erde ist schon im Welt-raum. (Florian)*
27. *Es würde nicht funktionieren, weil die Erde ständig in Bewegung ist. Es würde funktionieren, wenn die Erde nicht mehr in Bewegung ist. (Daniel)*
28. *Nein, das geht nicht, weil die Erde in der Umlaufbahn ist und sie wird angezogen. (Bernhard)*
29. *Nein, weil die Erde in ihrer Umlaufbahn bleiben muß. Und im Weltraum ist die Anziehungskraft und die Schwerkraft sehr schwach. (Monika)*

Aus den Antworten 25 bis 29 lese ich heraus, daß sich diese SchülerInnen gar nicht auf das Gedankenspiel der Aufgabe 2 einlassen, es nicht schaffen, sich von der Realsituation zu lösen. Auch hier fehlt das Verständnis über Gravitation auf und außerhalb der Erde.

Fasse ich nun zusammen, so sind nach obiger Auflistung die ersten 17 SchülerInnen oder 58,6% der SchülerInnen dieser Klasse in der Lage ihr Wissen über Gravitation in einer neuen Situation anzuwenden. Hier kann von Lerntransfer gesprochen werden.

Bei den übrigen 12 SchülerInnen, d. s. 41,4% hat ein sinnvoller Lerntransfer nicht stattgefunden.

Ich erachte die Qualität der Antworten in Anbetracht des zeitlichen Abstandes der Untersuchung vom Zeitpunkt der Stoffvermittlung für zufriedenstellend, leite aus den 12 Antworten der nein-Sager aber die Notwendigkeit ab, im Unterricht immer wieder solche Gedankenspiele einzusetzen, um Grundwissen besser zu verankern und eine Flexibilität im Denken zu fördern.

### **Aufgabe 3:**

*Ordne die Pflichtgegenstände der Beliebtheit nach. Beginne mit deinem Lieblingsgegenstand, schreibe als nächstes den zweiten, dann den dritten usw. bis zu dem Gegenstand, den du am wenigsten magst. Sind dir Unterrichtsgegenstände gleich lieb, so kennzeichne dies durch Klammern*

REL D E GS GW M GZ BU PS ME BE WK HW LÜ INF

## Auswertung: Rang des Physik/Chemieunterrichtes

Schüler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Rang von PC	1	2	2	3	3	3	4	4	4	5	6	6	7	8	8	8	8	9	9	9

Schüler	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Rang von PC	9	9	9	9	9	9	10	11	13

Physik steht in dieser Klasse bei 15 Fächern auf Rang 7 (genau 6,79).

Obwohl mir der Rangplatz 7 als recht gut erscheint, ist auch hier, wie schon bei der zweiten Klasse, wegen der großen Streuung der Ergebnisse eine Interpretation nicht sinnvoll.

### Aufgabe 4:

*Wieviel hat der Lehrer damit zu tun, ob du einen Gegenstand magst oder nicht ?*

Ich wollte in dieser Klasse speziell die Werte für Physik/Chemie ermitteln. Um die SchülerInnen bei der Abfrage aber nicht zu sehr auf mich zu fixieren, habe ich mit Hilfe einer Liste der Pflichtgegenstände, in der bei jedem Unterrichtsfach ein Wert einzutragen war, alle Fächer nach Zustimmung oder Ablehnung abgefragt. Für den Anteil des Lehrers waren dabei wieder die Zahlen von 1 bis 7 zu verwendet, wobei dann, wenn der Schüler einen Gegenstand mag, vor die Zahl ein + (Plus) zu setzen war, wenn er ihn nicht mag ein – (Minus).

1 bedeutet 0 % Lehreranteil, 7 bedeutet 100 % Lehreranteil.

Beispiel:

Religion	+7
Deutsch	+1
Englisch	-7
Geschichte	-1
usw.	

Erklärungen zu Beispiel:

- ◆ +7: Daß der Schüler Religion mag (+), hat 100 % (7) mit dem Lehrer zu tun
- ◆ +1: Der Schüler mag Deutsch (+) völlig unabhängig (1) vom Lehrer
- ◆ -7: Daß der Schüler Englisch nicht mag (-), hat 100 % (7) mit dem Lehrer zu tun
- ◆ -1: Der Schüler mag Geschichte nicht (-), völlig unabhängig (1) vom Lehrer

Die untenstehende Tabelle bezieht sich darauf, daß die SchülerInnen Physik/Chemie mögen.

Wertung	1	2	3	4	5	6	7
Anz. der Schüler	5	1	2	2	3	3	6
Schüler in %	17,24	3,45	6,9	6,9	10,34	10,34	20,69

Von den 29 SchülerInnen dieser Klasse mögen 22 oder 75,86 % Physik/Chemie, wobei dies im überwiegenden Teil an die Zuneigung zum Lehrer gekoppelt ist, ersichtlich an der größeren Anzahl höherer Bewertungen. 5 SchülerInnen (Wert 1) mögen allerdings Physik/Chemie völlig unabhängig vom Lehrer.

Die Bewertungen der restlichen 7 SchülerInnen dieser Klasse, welche Physik/Chemie nicht mögen, sind in nachstehender Tabelle dargestellt.

Auch hier gilt:

1 bedeutet 0 % Lehreranteil, 7 bedeutet 100 % Lehreranteil.

Wertung	1	2	3	4	5	6	7
Anz. der Schüler	6	1	0	0	0	0	0
Schüler in %	13,79	3,45	0	0	0	3,45	3,45

Bemerkenswert ist hier, daß von diesen 7 SchülerInnen, 6 den Gegenstand Physik/Chemie unabhängig vom unterrichtenden Lehrer nicht mögen. Nur bei einem Mädchen ist dies in einem geringen Zusammenhang mit dem Lehrer zu sehen.

#### 4. Klasse

Diese ist wohl eine der schwierigsten Klassen in unserem Hause, wahrscheinlich sogar die schwierigste. Von den 12 Knaben und 8 Mädchen sind 8 Knaben sehr verhaltensoriginell, was soviel bedeutet, daß ein nicht unwesentlicher Teil der Unterrichtszeit für Erziehungsarbeit aufzuwenden ist, will ein Lehrer in dieser Klasse auch unterrichten. Ich unterrichte in dieser Klasse schon das dritte Jahr und es ist mir gelungen, eine brauchbare Beziehung zu den SchülerInnen herzustellen. Dies kommt in Aufgabe 3 auch klar zum Ausdruck, jedoch lernen diese SchülerInnen großteils nur nach konkreter Aufforderung und nur was sie unbedingt müssen, um eine bestimmte Note zu erreichen, wobei die Anforderungen der SchülerInnen an sich selbst nicht sehr hoch sind.

Diese Untersuchung erfolgte in der 4. Klasse bevor das Thema Gravitation im Kapitel über Planeten und Satelliten behandelt wurde.

##### *Aufgabe 1:*

*Jemand hat das Wort "Gravitation" erstmals gehört. Wie würdest du erklären, was dieser Begriff bedeutet?*

Die Vorgabe obiger Fragestellung erfolgte schriftlich und wurde von den SchülerInnen in einer Unterrichtsstunde behandelt.

Die Antworten sind, was der Niederschrift zu entnehmen ist, sehr kurz gehalten. Ich habe, was den Umfang der Antworten anlangt keine Vorgaben gemacht, außer, daß es sich um eine zufriedenstellende Erklärung handeln soll.

Nachfolgend sind die SchülerInnen-Antworten vollständig abgedruckt und analysiert.

1. *Gravitation ist eine Kraft, bei der ein Körper den anderen anzieht. (Stefan)*
2. *Dieser Begriff steht für die Schwerkraft, wie stark ein Körper den anderen anzieht. (Markus)*
3. *Es ist eine Kraft, die die andere anzieht. Daher nennt man sie Schwerkraft. (Christine)*
- 4., 5., 6. *Gravitation bedeutet Schwerkraft (Thomas, Wolfgang, Iris)*
7. *Gravitation bedeutet Schwerkraft und es kommt aus der Physik. (Angelika)*

Für diese sieben SchülerInnen ist Gravitation die gegenseitige Anziehungskraft von Körpern, bzw. die Schwerkraft. Da keine weiteren Erklärungen abgegeben wurden sind auch weiterführende Schlüsse nicht möglich.

8. *Gravitation hat mit der Schwerkraft zu tun. Die Gravitation ist auf der Erde sechsmal stärker als auf dem Mond. (Rafaela)*
9. *Der Begriff Gravitation bedeutet die Schwerkraft. Schwerkraft ist dazu da, daß alles im Leben am richtigen Platz sich befindet. Z. B. braucht der Mensch die Schwerkraft, um auf der Erde zu leben. (Karin)*
10. *Es bedeutet die Schwerkraft. Gravitation wächst mit der Masse der anziehenden Körper und nimmt mit dem Quadrat der Entfernung ab. (Claudia)*

Auch diese drei Schülerinnen verstehen unter Gravitation die Schwerkraft. Ihre Aussagen sind durch eine zusätzliche Erklärung etwas genauer, eine sinnvolle Analyse, ob sie die Thematik wirklich verstanden haben scheint mir jedoch auch hier nicht seriös.

11. *Gravitation heißt Schwerkraft, die im Weltraum vorhanden ist. Es gibt keine Erdanziehung und man schwebt frei in der Luft herum. (Bernd)*
12. *Gravitation ist Schwerkraft. Es gibt keine Erdanziehung. (Walter)*
13. *Das ist die Bezeichnung für die Schwerelosigkeit. (Edi)*

Für Bernd, Walter und Edi haben offensichtlich Gravitation und Schwerelosigkeit die gleiche Bedeutung. Da diese Schüler sehr lernschwache Schüler sind, nehme ich an, daß sie die Zusammenhänge um die Gravitation und ihre Bedeutung für den Menschen nicht wirklich verarbeitet haben.

14. *Entweder die Anziehungskraft der Erde oder die Schwerkraft, obwohl Schwerelosigkeit nur entsteht, wenn keine Anziehungskraft besteht. Und das ist im Weltraum der Fall. (Barbara)*
15. *Der Begriff kommt aus der Physik. Aber ich weiß selber nicht, was er bedeutet. Er dürfte Schwerkraft bedeuten. (Maria)*
16. *Das weiß ich selber nicht. Aber ich denke, daß es etwas mit Gravieren zu tun hat. Weil es sich so anhört. (Darko)*
17. *Ich würde sagen, daß dies etwas mit dem Gravieren zu tun hat, oder garnicht, weil ich das noch nie gehört habe. (Andreas)*
18. *Gravitation ist eine Art Schrift oder Zeichen, die in einen Stein hineingemeißelt werden. (Markus)*
19. *Es ist ein physikalischer Begriff und er sollte einen Physiker fragen. (Jürgen)*

Die letzten 6 Antworten der obigen Aufstellung lassen auf Unwissenheit schließen, was Barbara und Maria auch aussprechen. Die anderen vier Antworten sind wohl, so denke ich, aus einer gewissen Kaltschnäuzigkeit heraus entstanden, um Unwissenheit zu überdecken. Sie könnten einem Kabarett entnommen sein.

Daß die Antworten so knapp gehalten sind könnte folgende Gründe haben:

- ◆ Problemstellung nicht wirklich verstanden
- ◆ Gefühl einer Prüfungssituatuion, daher Stress
- ◆ fehlendes Wissen
- ◆ mangelndes Interesse, bzw. mangelnde Bereitschaft zur Leistung
- ◆ das Wissen, daß diese Arbeit keine Folgen nach sich zieht

Von den 20 SchülerInnen dieser Klasse hat ein Schüler diese Aufgabe nicht beantwortet. Er hat zwar etwas formuliert, aber dies bis zur Unleserlichkeit wieder durchgestrichen.

13 SchülerInnen oder 65 % haben den Begriff mit Schwerkraft, bzw. Anziehungskraft übersetzt, aber nur drei von diesen, d. s. 15 %, haben ihn auch, zwar sehr knapp erklärt als gegenseitige Anziehungskraft von Körpern.

6 SchülerInnen oder 30 % konnten den Begriff Gravitation nicht richtig zuordnen und auch nicht erklären.

### **Aufgabe 2:**

*Auf der Erde steht ein 150 kg schwerer Tisch. Superman nimmt diesen Tisch und transportiert ihn weit in den freien Weltraum hinaus. Anschließend kommt er zurück, holt auch die Erde und legt diese auf den Tisch drauf.*

*Was passiert?*

*Ist das möglich? Versuche deine Antwort sehr genau zu begründen.*

Auch hier habe ich die SchülerInnen-Antworten vollständig wiedergegeben. Ich denke, daß diese Aussagen auch Einblick in Charakterzüge mancher Schüler geben und ihre Einstellungen zum Unterricht und zum Lehrer errahnen lassen..

### **Es ist möglich:**

Die folgenden Aussagen sind von SchülerInnen, die sagen, daß die Aufgabe lösbar ist. Interessant finde ich die verschiedenen Lösungsansätze, welche ich, nach ähnlicher Bedeutung zusammengefaßt, analysiere.

1. *Wenn Superman existiert, ist es möglich. Es wäre gleich wie vorher, nur daß der Tisch mit der Platte zur Erde zeigt. Es wäre möglich, wenn Superman existieren würde. (Markus)*
2. *Wenn er die Erde auf den Tisch stellt, ist die Anziehungskraft der Erde so groß, daß der Tisch auf der Erde bleibt (Schwerkraft). (Thomas)*
  - ◆ Den Aussagen dieser beiden Schüler entnehme ich, daß sie die Problematik verstanden und eine brauchbare Lösung anzubieten haben. Markus kann sich allerdings nur schwer auf die fiktive Geschichte mit Superman einlassen.
3. *Es ist möglich. Im Weltraum gibt es kein Gewicht, da keine Erdanziehung besteht. Deshalb kann es auch möglich sein, den Tisch unter die Erde zu stellen. Ich glaube nicht, daß Superman so dumm ist, daß er die Erde auf den Tisch stellt. Superman gibt es nicht. (Barbara)*

4. *Es ist möglich, weil es herrscht die Schwerelosigkeit im Weltraum. Wenn ein Mensch auf dem Mond geht, ist er um das Halbe geringer als auf der Erde. Die Erde ist sowieso in der Luft, und wenn er die Erde auf den Tisch legt, dann bleibt sie oben. (Edi)*
5. *Es ist möglich, weil es gibt im Weltraum kein Gewicht. Deshalb wird der Tisch nicht zusammenbrechen. Aber er wird wohl nicht so blöd sein und die Erde transportieren, weil die Erde ja eh schon im Weltraum ist. Deshalb wird er den Tisch unter die Erde stellen. (Christine)*
6. *Ich glaube schon, daß es möglich ist, denn im Weltraum gibt es keine Schwerkraft. Darum bleibt die Erde theoretisch auf dem Tisch liegen. Aber im Weltraum schwebt alles, darum kann es möglich sein, daß die Erde und der Tisch sich voneinander "schweben". (Karin)*
  - ♦ Für diese vier SchülerInnen verliert die Erde an einem anderen Ort im Weltall ihre Anziehungskraft. Für sie bleiben Erde und Tisch beieinander, weil es nach ihrer Auffassung im Weltall keine Kräfte gibt.
7. *Ja, wenn man Gegenstände ins All transportiert, werden sie leichter, weil sie an Schwerkraft verlieren. (Iris)*
8. *Ja. Die Gegenstände verlieren an Gewicht und es ist überall Schwerkraft. Deswegen kann man verschiedene Gegenstände in den Weltraum bringen. Die Erde ist so und so im Weltraum, oder ? Die Gegenstände schweben. Wenn ein Mensch auf den Mond fliegt, schwebt er. (Claudia)*
  - ♦ Für Iris und Claudia scheinen die Zusammenhänge zwischen Anziehungskraft und Gewicht und ihre Abhängigkeit von Masse und Entfernung unklar zu sein. Wie schon bei Barbara, ist auch hier das Problem lösbar, weil Erde und Tisch frei schweben.
9. *Es ist möglich. Denn es herrscht Schwerkraft. Das bedeutet, daß der Tisch in der Luft schwebt und egal was er trägt, er kann es tragen. (Maria)*
  - ♦ Ich vermute, daß Maria mit Schwerkraft Schwerelosigkeit meint. Auch für sie bleiben die Körper schwebend aneinander.
10. *Es ist möglich. Wegen der ganzen Schwerkraft, die es im Weltraum auch gibt. (Angelika)*
  - ♦ Aus Angelikas Begründung geht nicht hervor, wie sie es genau meint. Ich könnte ihre Aussage so verstehen, daß sie mit Schwerkraft etwas allgegenwärtiges meint, das auf alle Körper wirkt, oder aber, daß sie Schwerkraft mit Schwerelosigkeit gleichsetzt und sich somit in die vorhergehenden Aussagen einreicht.
11. *Sicher. Wenn der Tisch 150 kg wiegt, dann muß die Erde weniger wiegen als er. Und noch etwas, Superman ist erfunden. (Darko)*
  - ♦ Das Flüchtlingskind Darko folgt in der Beantwortung nicht der Aufgabenstellung, sondern richtet sich eine eigene Wirklichkeit als Erklärungshilfe, wenn er das Gewicht der Erde auf ein brauchbares Maß reduziert.

Diese 11 SchülerInnen haben zwar gemeint, daß die Aufgabe lösbar ist, jedoch nur zwei, Markus B. und Thomas, haben sie im Sinne eines echten Lerntransfers auch wirklich verstanden.

### **Es ist nicht möglich:**

1. *Nein, weil auf der Erde die Schwerkraft ist und der Tisch würde wieder auf die Erde zurückfallen. (Markus K.)*
2. *Natürlich ist das nicht möglich, da die Erde den Tisch anziehen würde (Schwerkraft). Wenn er die Erde versetzen würde, täte sie sich einer anderen Laufbahn anpassen. (Rafaela)*
3. *Nein, es ist nicht möglich, weil die Erdanziehungskraft den Tisch anziehen würde und er könnte einen erschlagen. Dann wäre Superman im Gefängnis. (Andreas)*
  - ♦ Diese drei Aussagen, obwohl mit "nein" beantwortet, ordne ich jenen von Markus B. und Thomas zu, weil sie in ihren Erklärungen die Zusammenhänge recht gut darlegen. Ich denke, die Antwort ist für sie deshalb "nein", weil sie an die stärkere Anziehungskraft der Erde denken und weniger an die gegenseitige Anziehungskraft der Körper.
4. *Nein, es ist nicht möglich, weil es keinen Untergrund gibt zum Draufstellen. Es fliegt in leere Tiefe. (Bernd)*
5. *Es ist nicht möglich. Der Tisch bricht natürlich zusammen, weil die Erde viel größer und schwerer ist. (Jürgen)*
  - ♦ Bei Bernd und Jürgen hat ein Lerntransfer nicht stattgefunden. Es fehlt das Verständnis der gegenseitigen Anziehung von Körpern. Ich denke, sie haben die Problemsituation wieder auf die Erde zurückgeholt und mit den hier herrschenden Gesetzen zu lösen versucht.
6. *Nein das geht nicht, weil Superman nicht so stark ist und außerdem bleibt der Tisch nicht gerade stehen, wegen der Atmosphäre. Der Tisch ist viel leichter und dreht sich viel schneller als die Erde in der Umlaufbahn, oder der Tisch würde sich um die Erde drehen. (Stefan)*
  - ♦ Auch bei Stefan fehlt das Verständnis der gegenseitigen Anziehung von Körpern. Erstaunlich finde ich, daß er die Lufthülle in seine Überlegungen eingebaut hat und dabei den Tisch zum Trabanten der Erde gemacht hat.
7. *Es ist nicht möglich, weil man die Erde nicht aus ihrer eigenen Umlaufbahn bringen kann. (Wolfgang)*
8. *Nein! Weil es Superman gar nicht gibt. (Heiko)*
9. *Superman hatte gerade keine Zeit, den Tisch auf die Erde in den Weltraum zu transportieren, denn er hatte gerade um die selbe Zeit ein sehr wichtiges Rendezvous mit Louis. (Walter)*

- ◆ Diese drei sehr verhaltensauffälligen Schüler gehen auf die Fragestellung nicht ein, bzw. weichen in der Beantwortung der Fragestellung aus.

**Zusammenfassend läßt sich zur Frage zwei sagen:**

Von den 11 SchülerInnen, die meinen, daß die Aufgabe lösbar ist, haben nur Markus und Thomas, d. s. 10 % einen korrekten Lösungsvorschlag abgegeben.

Aber auch von denen, die meinen, die Aufgabe ist nicht lösbar, haben Markus Rafaela und Andreas eine vernünftige, im Sinne von richtige Antwort gegeben. Das ergibt insgesamt also 5 von 20 SchülerInnen oder 25 %, die die Zusammenhänge zwischen Gravitation, Gewicht, Masse und Entfernung von Körpern verstehen und an neuen Situationen auch anwenden können.

Die übrigen Antworten sind lesenswerte, teils lustige Geschichten und gehen in erster Linie davon aus, daß es im Weltraum kein Gewicht gibt und deshalb Erde und Tisch übereinander schweben.

Diese Geschichten scheinen in sich schlüssig und sind für mich eigene Denkmodelle dieser SchülerInnen, wobei hier nicht gesagt werden kann, ob dies tatsächlich ihre Überzeugungen sind, oder lückenhaftes Wissen zu einem Ganzen gemacht wurde.

**Aufgabe 3:**

*Ordne die Pflichtgegenstände der Beliebtheit nach. Beginne mit deinem Lieblingsgegenstand, schreibe als nächstes den zweiten, dann den dritten usw. bis zu dem Gegenstand, den du am wenigsten magst. Sind dir Unterrichtsgegenstände gleich lieb, so kennzeichne dies durch Klammern.*

REL D E GS GW M GZ BU PS ME BE WK HW LÜ INF

Rang des Physik/Chemieunterrichtes

Schüler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Rang von PC	1	1	1	1	1	2	5	5	6	6	7	8	9	9	9	10	10	11	11	13

Physik steht in dieser Klasse bei 15 Fächern auf Rang 6 (genau 6,3). Sehr erfreulich finde ich, daß gerade in dieser schwierigen Klasse 5 SchülerInnen Physik/Chemie den Rangplatz 1 und nur 3 SchülerInnen einen schlechteren Rang als 10 vergeben, was dem schlechtesten Drittel entspräche.

**Aufgabe 4:**

*Wieviel hat der Lehrer damit zu tun, ob du einen Gegenstand magst oder nicht?*

Die SchülerInnen sollten zuerst festlegen, wie groß der Anteil des Lehrers bei positiver Bewertung des Gegenstandes ist.

Da einige SchülerInnen keine Bewertung abgegeben haben, sind hier nur die Antworten von 13 SchülerInnen wiedergegeben.

1 bedeutet 0 % Lehreranteil, 7 bedeutet 100 % Lehreranteil.

Wertung	1	2	3	4	5	6	7
Anz. der Schüler	1	1	3	4	1	0	5
Schüler in %	5	5	15	20	5	0	15

Bei diesen 13 SchülerInnen der Klasse sehe ich den Lehreranteil dann, wenn sie einen Gegenstand mögen als Durchschnittlich an, wobei es 5 SchülerInnen gibt, die einen Gegenstand vorrangig des Lehrers wegen (Wert 7) mögen.

Die folgende Darstellung gibt wieder, welchen Anteil, nach Meinung der SchülerInnen, Lehrer haben, wenn sie einen Gegenstand nicht mögen.

Hier haben 15 SchülerInnen eine Bewertung abgegeben.

Wertung	1	2	3	4	5	6	7
Anz. der Schüler	4	2	0	0	0	1	8
Schüler in %	20	10	0	0	0	5	40

Bei 6 SchülerInnen dieser Klasse sind die Lehrer nicht bis kaum, bei 9 SchülerInnen stark mitbeteiligt, wenn sie einen Gegenstand nicht mögen.

Da es sich bei dieser Klasse, wie schon erwähnt, um eine sehr schwierige, mit 6 sehr verhaltensauffälligen Schülern handelt, scheint mir die Ablehnung von Lehrern verständlich. Diese Werte könnten Indiz dafür sein, daß die Beziehung zwischen Lehrer und Schüler leidet, weil Lehrer in solchen Klassen, meist gegen den Widerstand vieler SchülerInnen die Verhaltensauffälligkeiten reduzieren wollen und müssen.

## 5. Interpretation der Ergebnisse

Der Begriff "Gravitation" wurde in der 2. Klasse zu 95 %, in der 3. Klasse zu 93 % und in der 4. Klasse zu 65 % als Anziehungskraft oder Schwerkraft erklärt. Den sehr hohen Wert der 3. Klasse, immerhin über ein Jahr nach der Bearbeitung des Themas, erkläre ich aus dem, in Bezug auf die anderen Klassen, größeren, Interesse an Physik/Chemie. Dieses Interesse spiegelt sich auch am Wissen wider, welches in den Aufsätzen zutage kommt.

Der Wert der 4. Klasse könnte als solcher, der normalen Vergessenskurve unterliegend gedeutet werden, doch neige ich zur Ansicht, daß der Wert auch deshalb so abgefallen ist, weil die Klassenstruktur im Vergleich zur 3. Klasse wesentlich komplizierter und die Lernmotivation dieser Schüler wesentlich geringer ist. Eine lernfördernde Beziehung zwischen den Schülern, sowie zwischen Schülern und Lehrer war in dieser Klasse nur sehr mühevoll realisierbar.

Ein weiterer Aspekt scheint mir für die Erklärung der Ergebnisse der 4. Klasse noch sehr wichtig. Da ich einen nicht unwesentlichen Teil der Unterrichtszeit für Er-, bzw. Beziehungsarbeit aufwenden mußte, verringerte sich entsprechend die tatsächliche Lehr- und Lernzeit. Beim Vergleich der 3. und 4. Klasse fällt auf, daß, abhängig vom Interesse und der Entfernung vom Zeitpunkt der Wissensvermittlung, die Tendenz, Faktenwissen durch Beschreibungen aus eigenen Erfahrungen und nach eigenen Vorstellungen zu vervollständigen, zunimmt.

Auch in der Beantwortung der zweiten Frage spiegelt sich, vergleiche ich alle drei Klassen, das Bild von Frage 1 wider. Die dritte Klasse sticht wieder positiv hervor. Es liegt die Vermutung nahe, daß die Vergessenskurve durch eine entsprechende Einstellung zum Unterrichtsfach veränderbar ist. Interesse an der Sache, am Unterrichtsgegenstand führt zu besserer Aufmerksamkeit, besserer Wahrnehmung und in weiterer Folge zu besserem Behalten und zu Lerntransfer.

Frage zwei ist in allen drei Klassen etwa für die Hälfte der SchülerInnen lösbar. Die Erklärungen zur Lösbarkeit der Aufgabe sind in der zweiten und dritten Klasse etwa zum gleichen Prozentsatz brauchbar, in der vierten Klasse hingegen finden nur 5 von 20 SchülerInnen eine zufriedenstellende Aussage.

Was den Rangplatz, bezogen auf alle Unterrichtsfächer, anlangt, liegt der Physik/Chemie-Unterricht im Mittelfeld. Zu bedenken ist hier allerdings, daß es sich dabei um einen Mittelwert handelt und es aus der Untersuchung nicht hervorgeht, welche Faktoren genau es waren, die zu diesem Wert geführt haben.

Die Frage, ob es zwischen Beliebtheit des Unterrichtsfaches und Beliebtheit des unterrichtenden Lehrers einen Zusammenhang gibt, würde ich tendenziell bejahen. Jedoch ist hier Vorsicht geboten, da für die Beliebtheit eines Unterrichtsfaches noch eine Reihe anderer Faktoren, wie z. B. Interesse oder Vorwissen, Beruf und Einfluß der Eltern, usw. eine Rolle spielen können.

In der untersuchten zweiten Klasse ist für mich dieser Zusammenhang erkennbar. In der dritten, sehr engagierten Klasse, wird sehr klar differenziert. SchülerInnen formulieren hier, daß sie den Gegenstand Physik/Chemie auch ohne Zutun des Lehrers mögen, bzw. nicht mögen. In der vierten, der stark verhaltensauffälligen Klasse, werden die LehrerInnen stärker für den Beliebtheitswert eines Unterrichtsfaches verantwortlich gemacht.

### **Zusammenfassend halte ich fest:**

Vorerfahrungen und neues Wissen werden, offensichtlich abhängig von Faktoren wie Interesse, Neugierde Motivation, Sinnhaftigkeit u. a., mehr oder weniger sinnvoll miteinander verknüpft. Dabei dürfte der Stellenwert der Beziehung Schüler - Lehrer eine nicht unwesentliche Rolle spielen.

Mit fortschreitendem Alter der SchülerInnen wird Vergessenes durch scheinbar sinnvolle Aussagen ergänzt. Beim Vergleich der drei Klassen, scheint mir der ältere Schüler eher dazu zu neigen, fehlendes Wissen durch eigene "Geschichten" zu kompensieren, während der jüngere die Antwort eher schuldig bleibt.