

# **PHYSIK AKTIV**

**Bruno Putz, Herbert Struber, Hans-Stefan Siller**  
**BG/BRG Hallein**

Hallein, 2003

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. Das Anliegen:</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Die Ziele:</b> .....	<b>5</b>
<b>3. Das Konzept:</b> .....	<b>6</b>
<b>4. Klassensituation und Projektablauf</b> .....	<b>8</b>
„Selbstständige Vertiefung anhand eines Fragenkatalogs“ .....	9
„Lösen von Aufgaben und Beispielen“ .....	9
„Planung, Durchführung, Dokumentation und Auswertung praktischer Arbeiten“	11
„Multimediale Dokumentation der Arbeiten und Ergebnisse“ .....	14
<b>5. Evaluierung</b> .....	<b>16</b>
<b>6. Schlussfolgerungen</b> .....	<b>41</b>

Abstract:

„Physik aktiv“ versuchte in drei Klassen einen Unterricht zu praktizieren, der über weite Teile auf selbstständigem Arbeiten in Gruppen basiert. Nach einer gemeinsamen Themeneinführung haben die SchülerInnen sowohl die Vertiefung der Theorie selbstständig durchgeführt, als auch Experimente gemacht, Versuchsvorrichtungen gebaut, und diese präsentiert.

Mit Fragebögen wurde mehrmals im Jahr die Haltung der SchülerInnen zur Physik in der Gesellschaft und zum praktizierten Physikunterricht erfragt. Die Ergebnisse sollten fundiertes Datenmaterial für eine weitere Entwicklung des Physikunterrichtes an unserer Schule liefern.

Die Auswertung der Daten zeigt, dass die SchülerInnen den Naturwissenschaften allgemein zwar keine sehr hohe gesellschaftliche Relevanz zugestehen, sie aber dem selbstständigen Arbeiten in Gruppen mit großer Mehrheit den Vorrang geben. Auch waren beim Projekt eine gute Arbeitshaltung der meisten SchülerInnen, als auch gute Ergebnisse bemerkbar.

Ein Weiterarbeiten in diese Richtung erscheint uns lohnenswert.

# 1. Das Anliegen:

Im Laufe der Jahre haben wir den Eindruck gewonnen, dass die Schülerinnen und Schüler Unterricht in Naturwissenschaft und Technik grundsätzlich als für jeden wichtig erachten. Im täglichen Unterrichtsgeschehen zeigen sie demgegenüber nicht selten Desinteresse und mangelnde Bereitschaft zur Mitarbeit.

Bereits seit längerer Zeit waren wir am Überlegen, wie sich diese Situation verbessern ließe. Da die Ziele von IMST<sup>2</sup> mit unseren Anliegen überein stimmen, entschlossen wir uns, mit IMST<sup>2</sup> einen neuen Anlauf in diese Richtung zu nehmen.

Unser Ziel war es, einen Unterrichtsstil zu entwickeln und zu testen, bei dem die Schülerinnen und Schüler aktiv ins Geschehen eingebunden sind. Dabei war uns auch wichtig, dass dies im täglichen Schulbetrieb umsetzbar ist und nicht ausgewählte Modellklassen mit besonders günstigen Rahmenbedingungen erfordert.

## 2. Die Ziele:

Durch eigenständiges Arbeiten (in Gruppen) sollen die Schülerinnen und Schüler einen persönlichen und auf eigener Erfahrung beruhenden Zugang zu Naturwissenschaft und Technik gewinnen.

Dabei werden folgende Ziele verfolgt:

- Die Schülerinnen und Schüler sollen erkennen, dass die physikalischen Gesetze weite Bereiche des Alltags mitbestimmen und nicht nur im Physiksaal wirken.
- Die Schülerinnen und Schüler sollen einen persönlichen Bezug zu den physikalischen Inhalten gewinnen.
- Die Schülerinnen und Schüler sollen Erfahrung sammeln im Gestalten, Durchführen und Auswerten von Experimenten und damit an Beispielen allgemein Problemlösungskompetenz erwerben.
- Die Schülerinnen und Schüler sollen lernen, Fachberichte zu verfassen.
- Dabei soll auch der Einsatz elektronischer Medien (zur Informationsbeschaffung, Berichterstellung und Präsentation) gelernt werden.

### 3. Das Konzept:

Die angeführten Ziele sollten in folgender Weise erreicht werden:

1. Die grundlegenden physikalischen Inhalte und Zusammenhänge werden in kurzer Weise im Klassenverband erarbeitet. Dadurch soll verhindert werden, dass bei den Schülerinnen und Schülern falsche Begriffsbildungen und Modellvorstellungen entstehen.

Die Arbeiten 2. bis 5. werden von den Schülerinnen und Schülern in selbstständiger Arbeit durchgeführt.

2. Durch einen Fragenkatalog sollen die physikalischen Inhalte und Zusammenhänge vertieft werden. Informationsquellen: Schulbuch, weitere Lehr- und Fachbücher, CD-ROMs, Internet.
3. Aufgaben und Beispiele (inkl. Rechnungen) sollen in der Gruppe gelöst werden.

Die Arbeiten 1. bis 3. umfassen den Kernbereich und sind für alle Schülerinnen und Schüler in gleicher Weise verbindlich. Sie werden in Wiederholungen und Tests bewertet.

4. Zusätzlich haben die Gruppen praktische Arbeiten durchzuführen. Sie haben dabei die Wahl zwischen:

a) Durchführen und Auswerten von Experimenten:

- Entwickeln und Durchführen von Freihandexperimenten.
- Aufbauen, Durchführen und Auswerten von Laborexperimenten.

b) Bauen einfacher Modellvorrichtungen, die die physikalischen Inhalte und gewonnenen Erkenntnisse umsetzen.

c) Szenen aus Alltag und Technik (anhand von Bildern und Videos) hinsichtlich der wirkenden physikalischen Gesetze untersuchen.

5. Die Gruppen dokumentieren ihre Arbeit:

a) Arbeitsmappe:

- Arbeits- und Zeitprotokoll
- Ergebnisse der Arbeiten 2 – 3

b) Erstellen einer multimedialen Präsentation der Arbeiten zu Punkt 4.

Bei diesem Vorhaben handelt es sich nicht um ein begrenztes Projekt, sondern um ein kontinuierlich laufendes Unterrichtsmodell.

Zur Evaluierung des Projektverlaufes und der Ergebnisse wurde ein Fragebogen zur Einstellung der Schülerinnen und Schüler zu Naturwissenschaft und Technik allgemein und zum Physikunterricht speziell ausgearbeitet, der in der Klasse 5 R zwei mal und in den Klassen 6 Ga und 6 Gb drei mal im Schuljahr (Beginn, Mitte,

Ende) ausgefüllt wurde. Damit soll eruiert werden, ob sich im Ablauf des Jahres markante Änderungen in der Einstellung der Schülerinnen und Schüler ergeben haben.

## 4. Klassensituation und Projektablauf.

Für das Projekt wurden die Klassen gewählt, die in der Oberstufe das erste mal Physikunterricht haben:

5 R: naturwissenschaftliches Realgymnasium; 2 Wochenstunden Physik; Schülerinnen, Schüler.

6 Ga: neusprachliches Gymnasium; 3 Wochenstunden; 9 Schülerinnen, 4 Schüler

6 Gb: neusprachliches Gymnasium; 3 Wochenstunden; Schülerinnen, Schüler

### *Klassen 6 Ga und 6 Gb:*

In der 6. Klasse des neusprachlichen Gymnasiums besteht mit 3 Wochenstunden zwar mehr Physikunterricht als in der 5. Klasse des Realgymnasiums, allerdings sind in diesem Jahr im Lehrplan auch wesentlich mehr Kapitel vorgesehen:

Aufbau der Materie - Mechanik - Astronomie - Wärmelehre - Schwingungen und Wellen.

Im Hinblick auf das praktische Arbeiten wurden zwei der drei Wochenstunden als Doppelstunde geführt.

### Phase 1 des Konzepts:

*„Erarbeitung grundlegender physikalischer Inhalte und Zusammenhänge im Klassenverband“.*

Zu Beginn eines neuen Kapitels wurden dessen Kernaussagen im Frontalunterricht behandelt. Dies waren nie mehr als 2 – 4 Unterrichtseinheiten und es wurde besonders darauf geachtet, dass dabei nur die wichtigsten Inhalte behandelt werden.

Frühere (isolierte) Versuche, die Schülerinnen und Schüler einzelne Kapitel von Anfang an selber erarbeiten zu lassen haben gezeigt, dass hier die Wahrscheinlichkeit, dass grundlegend falsche Vorstellungen entwickelt werden, sehr groß ist. Auch von den Schülerinnen und Schülern war das bemängelt worden. Sie waren sich nicht sicher, ob das was sie lernten, auch richtig war und wünschten sich mit großer Mehrheit mehr allgemeinen, gemeinsamen Unterricht.

Dem wurde durch dieses Unterrichtselement Rechnung getragen.

Für die nachfolgenden Arbeitsschritte (Phasen 2 – 5) wurden die Klassen in Gruppen von drei bis vier Schülerinnen und Schülern eingeteilt.



## Phasen 2 und 3 des Konzepts:

*„Selbstständige Vertiefung anhand eines Fragenkatalogs“*

*„Lösen von Aufgaben und Beispielen“*

Zu jedem Kapitel wurden ein Fragenkatalog und eine Aufgabensammlung ausgearbeitet, die die zuvor gemeinsam behandelten Kernaussagen wiederholen, erweitern und vertiefen. Allerdings handelt es sich auch hier noch um für alle Schülerinnen und Schüler gültigen „Kernstoff“. Als einheitliches Arbeitsmittel war deshalb das verwendete Schulbuch „Faszination Physik 1 und 2“ mit der integrierten Multimedia CD-ROM zu verwenden. Die Rechenbeispiele wurden der CD bzw. dem Arbeitsheft zur CD entnommen.

Die Antworten zu den Fragen und die Rechenbeispiele waren von den Gruppen schriftlich zu verfassen und bildeten die Grundlage für schriftliche Lernzielkontrollen.

### *Beispiel: Fragenkatalog für „Körper in Bewegung“*

- Wozu braucht man ein Bezugssystem?
- Beschreibe eine Situation, bei der ein Objekt in verschiedenen Bezugssystemen in Ruhe bzw. in Bewegung ist.
- Was ist eine skalare Größe? Nenne Beispiele.
- Was ist eine vektorielle Größe? Wie wird sie dargestellt? Nenne Beispiele.
- Nach welchen Kriterien werden Bewegungen eingeteilt?
- Wann liegt eine Translation vor?
- Wann liegt eine Rotation vor?
- Wann ist eine Bewegung gleichförmig und wann ist sie ungleichförmig?
- Skizziere s/t- und v/t-Diagramm der gleichförmigen Translation.
- Wie drücken sich in s/t-Diagramm die Geschwindigkeit bzw. im v/t-Diagramm der Weg aus?
- Wie lautet die Berechnungsformel für die gleichförmige Translation? Interpretiere sie.
- Welche 2 Einheiten der Geschwindigkeit sind gebräuchlich? Wie rechnet man um?
- Beschreibe den Unterschied zwischen Momentan- und Durchschnittsgeschwindigkeit.
- Skizziere eine krummlinige Bewegung und zeichne Ortsvektoren, sowie die Vektoren für Momentan- und Durchschnittsgeschwindigkeit ein (betrachte 2 unterschiedliche Bahnpunkte).
- Skizziere a/t-, v/t- und s/t-Diagramm der gleichmäßig beschleunigten Translation.
- Wie drücken sich im a/t-Diagramm die Geschwindigkeit, im v/t-Diagramm die Beschleunigung und der Weg und im s/t-Diagramm die Geschwindigkeit aus?
- Wie lauten die Berechnungsformeln für die gleichmäßig beschleunigte Translation?
- Wie lautet die Einheit der Beschleunigung?
- Wie groß ist die Fallbeschleunigung auf der Erde? Was wird dabei vernachlässigt?

- Warum kann man zur Charakterisierung der Rotation nicht die Größen der Translation verwenden?
- Mit welchen Größen wird die Rotation beschrieben?
- Wie berechnet man Bahngeschwindigkeit, Umlaufzeit und Frequenz? Wie lauten die Einheiten?
- Wie lautet das Unabhängigkeitsprinzip der Bewegung?
- Skizziere eine Situation, in der sich zwei in unterschiedliche Richtungen erfolgende Bewegungen addieren. Zeichne die Gesamtgeschwindigkeit ein.
- Aus welchen zwei Bewegungen setzt sich der horizontale Wurf zusammen?
- Aus welchen zwei Bewegungen setzt sich der schräge Wurf zusammen?
- Wie wirkt sich eine Änderung des Wurfwinkels aus?
- Wann weicht die tatsächliche Bahnkurve deutlich von einer Wurfparabel ab? Nenne Beispiele.

Drei Gruppen erledigten alle diese Arbeiten gemeinsam. Dies war von uns ursprünglich auch so vorgesehen. In den restlichen Gruppen wurde „zur Effizienzsteigerung“ (Formulierung einer Schülerin) bald Arbeitsteilung eingeführt. Es wurden Spezialisten für die Rechenbeispiele gefunden (manchmal mehr, manchmal weniger Freiwillige) und Gruppenmitglieder, die sich mit den anderen Aufgaben beschäftigten. Diese Vorgangsweise wurde von uns akzeptiert, allerdings mit dem ganz klaren Hinweis, dass sich zum Schluss die Gruppenmitglieder gegenseitig ihren Arbeitsteil erklären müssen.

Unsere Unterrichtsbeobachtungen zeigten keinen klaren Vorteil für eine der beiden Varianten.

Zeitlich waren beide etwa gleich schnell. In den Gruppen mit Arbeitsteilung wurde von Anfang an mit großer Intensität gearbeitet, oft bis in die Pause hinein. Da man sich nicht auf eine(n) andere(n), die/der die gleiche Arbeit erledigt, verlassen kann, war zumeist großer Ehrgeiz zu sehen, die in der Gruppe übernommene Arbeit zu erledigen und rasch fertig zu sein (obwohl von uns kein Zeitdruck ausgeübt wurde).

Die Gruppen hatten ihre Aufgaben auch sehr schnell erledigt. Allerdings nahm das gegenseitige Erklären viel Zeit in Anspruch und liefen auch nicht immer problemlos ab. Vorwürfe, dass der/die andere nicht richtig erklärt oder Schuldzuweisungen bei Fehlern kamen vor und waren teilweise auch ernst gemeint. Erst nachdrückliche Hinweise, dass Fehler in dieser Phase des Lernens kein Problem sind, beruhigten immer wieder die Situation.

In mehreren Gruppen, in denen gemeinsam gearbeitet wurde, war das Arbeiten zu Beginn weniger zielorientiert. Die SchülerInnen lenkten sich immer wieder gegenseitig ab und entdeckten unaufschiebbaren gegenseitigen Informationsbedarf, z. B. über ihre Aktivitäten am letzten Wochenende. Erst als sie sehen mussten, dass sie im Arbeitsfortschritt hinterher hingen, erhöhte sich ihre Arbeitsintensität und Arbeitsqualität. Es gab meist gutes gemeinsames Arbeiten und Diskutieren über verschiedene Antwortmöglichkeiten.

Auch hinsichtlich der Ergebnisse bei den Lernzielkontrollen ergaben stichprobenartige Nachforschungen keine klaren Vorteile für die eine oder andere Arbeitsvariante. Bei den Rechenbeispielen am besten abgeschnitten haben die SchülerInnen, die in den arbeitsteiligen Gruppen die Rechenaufgaben übernommen hatten. Das war aber auch zu erwarten, da dies natürlich auch die SchülerInnen waren, die in Mathematik gut sind bzw. allgemein mit solchen Aufgaben gut umgehen können.

#### Erfahrungen und (verbale) Rückmeldungen:

Ursprünglich sind wir davon ausgegangen, dass die laufende begleitende Hilfe durch die Lehrer während des Unterrichts ausreichen müsste. SchülerInnen äußerten allerdings wiederholt ihre Bedenken, da sie sich nicht ausreichend sicher waren, ob ihre Ausarbeitungen richtig waren. Das machte sie v. a. im Hinblick auf die schriftlichen Lernzielkontrollen unsicher.

Es zeigten sich bei diesen Lernzielkontrollen zwar keine gravierenden Probleme in dieser Hinsicht, dennoch wurde bei den späteren Kapiteln jeweils am Ende der Phase 2 eine gemeinsame Besprechung bzw. Präsentation der Antworten durch die Gruppen eingeschoben. Damit waren die SchülerInnen beruhigt und zufrieden und auch die Ergebnisse der Lernzielkontrollen gut.

Von den SchülerInnen wurde dieser Unterrichtsteil in dieser Form fast ausschließlich als gut bewertet. Sie bezeichneten das Arbeiten in dieser Phase als angenehm und nicht belastend. Darauf legten wir besonderen Wert und akzeptierten deshalb auch „tote“ Phasen, in denen (auch für uns erkennbar) nicht an den Aufgaben, sondern (wie erwähnt) z. B. am vergangenen Wochenende verbal „gearbeitet“ wurde. Wenn nötig reichte immer eine einfache Aufforderung, nun wieder weiter zu arbeiten, aus.

Es wurden in diesen Klassen sicher weniger und v. a. weniger komplizierte Beispiele gerechnet als in früheren Jahren mit reinem Frontalunterricht. Allerdings zeigte sich immer wieder, dass die Dauerhaftigkeit der Erkenntnisse und Fähigkeiten bei dieser heuer gewählten Vorgangsweise deutlich größer ist. Noch Monate nach Abschluss des Kapitels „Bewegungen“ konnten viele SchülerInnen (z. B. in der Astronomie – Bewegung von Himmelskörpern) mit den entsprechenden Gleichungen umgehen.

Deshalb und wegen des auch von den SchülerInnen so empfundenen angenehmen und nicht belastenden Arbeitens ist aus unserer Sicht der in diesen Klassen gewählten Arbeitsweise der Vorzug zu geben.

#### Phase 4 des Konzepts:

*„Planung, Durchführung, Dokumentation und Auswertung praktischer Arbeiten“*

Dies war als Hauptteil des Unterrichts (auch zeitlich) vorgesehen. Thematisch konzentrierten sich diese Arbeiten auf die Kapitel zur *Mechanik* und zu *Schwingungen und Wellen*.

Als Arbeitsgrundlagen dienten hier

- „Faszination Physik“  
Sammlung an Bildern Videos und Experimentieranleitungen auf der CD-ROM
- Mende, Kretschmar, Wollmann: „Physik Praktikum“; Fachbuchverlag Leipzig, 1989
- Backe, Hans: „Das Physik-Experimentierbuch“; Verlag Harry Deutsch, 1990
- Internet

### *Kapitel Mechanik:*

Den Gruppen wurde hier die Freiheit gelassen, sich auf eine der im Konzept (siehe oben) angeführten Punkte zu konzentrieren (Freihandexperimente, Modellvorrichtungen bauen, Bilder und Videos analysieren).

Für die Arbeiten wurden von uns maximal vier Wochen reserviert. Die Variante, Modellvorrichtungen zu bauen, wurde von keiner Gruppe wahrgenommen. Etwa 2/3 der Gruppen wählte das Durchführen und Dokumentieren von Freihandexperimenten, das andere Drittel begann mit dem Analysieren von Bildern und Videos.

Die vorgesehenen vier Wochen erwiesen sich als verhältnismäßig lange Zeit, sodass alle Gruppen (der Großteil auf eigenen Wunsch) zeitweise auch an der jeweils anderen Variante arbeiteten. Die Dokumentation der Freihandexperimente erfolgte im Erstellen von digitalen Bildern und gegebenenfalls kurzen Videosequenzen, sowie der Beschreibung von Durchführung und Funktionsweise der Experimente in einem Word-Dokument.

### Kapitel Schwingungen und Wellen:

Hier ging es um klassische Laborexperimente zu Resonanz, Interferenz, etc. Welche Experimente von den einzelnen Gruppen durchzuführen sind, wurde von uns vorgegeben.. Wiederum hatte die Dokumentation durch Bilder (Videos) und erläuternde Texte zu erfolgen.

### Erfahrungen und (verbale) Rückmeldungen:

Es war sehr erfreulich zu sehen, dass praktisch alle Schülerinnen und Schüler mit hohem Arbeitswillen und Arbeitseifer bei der Sache waren. Sie haben auch eigenes Material („Die Schule hat eh kein Geld“ – Aussage eines Schülers) von zu Hause mitgebracht. Eigene Digitalkameras wurden mitgenommen, um in der Unterrichtsstunde nicht auf die schuleigene Kamera warten zu müssen.

Obwohl es von uns keinen Druck gab, wie viele verschiedene Experimente tatsächlich durchgeführt und dokumentiert werden mussten, sahen sich alle Gruppen „verpflichtet“ die gesamte für Ihre Gruppe vorgesehene Liste umzusetzen. Dadurch, und die durch die verordneten Streikmaßnahmen zum Schluss des Jahres hin unvorhergesehen knapp werdende Zeit kam es bei den SchülerInnen zu einer ungewollten Hektik, unter der v. a. die Beschreibung und Auswertung der Experimente litt. Hier ist noch mehr nach dem Grundsatz „wichtig ist nicht wie viele, sondern wie die Experimente durchgeführt werden“ vorzugehen.

Die Bedingungen für derartige Arbeiten waren in der 6 Ga und der 6 Gb durch die ungewöhnlich geringen Schülerzahlen (13 und 17) besonders gut. Aber auch hier zeigte sich, dass ein entscheidender Punkt für das Funktionieren des Arbeitsunterrichts die Qualität der den SchülerInnen zur Verfügung stehenden Unterlagen ist. Wenn viele Gruppen an unterschiedlichen Themen arbeiten, hat der Lehrer für jede Gruppe naturgemäß nur sehr begrenzt für Hilfestellungen Zeit zur Verfügung. Wir bestanden darauf, dass die Vorbereitung auf die Experimente zumindest teilweise zu Hause erfolgt. Da alle SchülerInnen die CD-ROM zu „Faszination Physik“ hatten, die für viele Experimente die Basis darstellte, war dies möglich. Es war allerdings erkennbar, dass dies nur teilweise auch tatsächlich gemacht wurde.

Im Kapitel „Mechanik“ wurde den SchülerInnen mehr Freiheit bei der Auswahl der Arbeiten gegeben; im Kapitel „Schwingungen und Wellen“ war mehr vorgegeben. Der Unterricht zeigte sehr deutlich: wenn mehr Freiheit gegeben ist, entstehen zwar auch mehr Leerlauf und längere gruppeninterne Diskussionen, was man nun tatsächlich machen soll. Es ist dann aber in der Regel auch hohes Engagement der SchülerInnen bei der Umsetzung zu erkennen. Sie sehen sich offensichtlich mehr für ihre Arbeit und ihre Ergebnisse verantwortlich als sonst.

Wiederholt wurde von den SchülerInnen während der Arbeitsphase gefragt, ob ihr Einsatz und ihre Mitarbeit, schon auch in der Note berücksichtigt werden wird. Ganz offensichtlich haben sie aus ihrer Sicht diesbezüglich bereits negative Erfahrungen gemacht. Unsere Richtlinien haben wir bereits zu Beginn des Schuljahres den SchülerInnen mitgeteilt und sie wurden auch bis zum Jahresschluss so eingehalten:

- Voraussetzung für eine positive Note: zumindest eine von zwei schriftlichen Lernzielkontrollen pro Semester muss positiv sein.
- Arbeit und Ergebnis der praktischen Arbeiten können bis zu zwei Stufen in der Notenskala (positiv oder negativ) bewirken.

Während im Semesterzeugnis zu unserer Überraschung auf Grund dieser Richtlinien sogar noch mehrere „nicht genügend“ zu verteilen waren, gab es zum Schulschluss keine schlechtere Note als „befriedigend“.

Bis zum Semester hatten offensichtlich mehrere SchülerInnen nicht angenommen, dass die Basisbedingung (mindestens eine positive Lernzielkontrolle) auch so gemeint war und umgesetzt wird. Wir wollten aber jedenfalls vermeiden, dass der Eindruck bei den SchülerInnen entsteht, dass die praktischen Arbeiten bereits ausreichend sind und ein gewisses physikalisches Basiswissen gar nicht notwendig ist.

### *Klasse 5 R:*

In der Klasse 5 R waren die Voraussetzungen für den geplanten Unterrichtsstil auf Grund der großen Schülerzahl deutlich ungünstiger. Zudem war hier zusätzlich zu den oben (6 Ga und 6 Gb) erläuterten Arbeiten geplant, dass die SchülerInnen jedenfalls auch selbst Vorrichtungen entwerfen und auch bauen. Dafür vorgesehen war das Generalthema „Vorrichtungen in Kraftfahrzeugen“. Da hier in der Regel auch der Lehrer (auch fachliches) Neuland betritt und deshalb immer mit

unvorhergesehenen Umständen gerechnet werden muss, war die Betreuung und Leitung des Unterrichts schwierig und anstrengend.

Zwangsweise waren die Gruppen verhältnismäßig groß (4 – 5 Schülerinnen) und so manche(r) betrachtete sich lieber als passiver Zuseher denn als aktiver Mitarbeiter. Besonders zu Beginn des Schuljahres (die Klasse 5 R wurde aus 2 vierten Klassen neu gebildet) gab es innerhalb der Klasse mehr ein Gegen- als ein Miteinander. Allerdings besserte sich dies im Laufe des Schuljahres deutlich, und die praktischen Gruppenarbeiten im Physikunterricht dürften dabei auch einen Beitrag geleistet haben.

Die praktischen Arbeiten zum Bauen der Vorrichtungen wurden nicht auf einen Zeitraum im Unterrichtsjahr konzentriert, sondern immer wieder eingefügt. Dabei spielte der Arbeitsfortschritt in den anderen Unterrichtselementen eine Rolle, aber auch, wann gewünschte Bauelemente geliefert werden konnten.

#### Erfahrungen und (verbale) Rückmeldungen:

Vor allem zu Beginn der Arbeiten ergaben sich Probleme, da die SchülerInnen es nicht gewohnt waren, selbst initiativ zu werden, eigene Ideen zu entwickeln und auch umzusetzen versuchen. Gerade das „versuchen“ irritierte manche, da viele davon ausgingen, wenn man (bzw. der Lehrer) etwas macht, dann ist das ein einfacher linearer Prozess – wenn man fertig ist, hat es zu funktionieren. In der Praxis auftretende Probleme beim Organisieren von Bauteilen, nicht passendes Werkzeug, die Notwendigkeit zu improvisieren, . . . damit wurde nicht gerechnet. Das führte auch zu Äußerungen der Schülerinnen wie „. . . da funktioniert ja nichts . . .“ oder „. . . wir kommen nicht weiter, weil immer hat irgendwer etwas vergessen . . .“.

Noch vor Weihnachten kristallisierten sich in den meisten Gruppen einzelne SchülerInnen heraus, die als „Zugpferde“ wirkten und einen erkennbaren Arbeitsfortschritt bewirkten, der wiederum auch andere motivierte. Dies zeigen auch die Arbeitsergebnisse, die nicht nur funktionieren, sondern zum Schluss auch liebevoll mit Sitzbänken und Playmobil-Figuren bestückt wurden. Schon das beweist, dass sich die SchülerInnen mit ihren Arbeiten und Ergebnissen identifizieren.

Die Schüler zeigten dann auch großen Erfindungsreichtum. Sie hatten oft gute Ideen, wie mit einfachen Mitteln (die nicht selten von ihnen selbst mitgebracht wurden) etwas gebastelt werden kann. Dass gleich mehrere Schüler das Bauen von ferngesteuerten Modellautos zu ihren Hobbys zählen, wirkte sich zusätzlich positiv aus. Darauf ist auch zurückzuführen, dass von dem genehmigten Geldbetrag letztlich nur ein kleiner Teil verbraucht wurde.

#### Phase 5 des Konzepts:

*„Multimediale Dokumentation der Arbeiten und Ergebnisse“*

Mit diesem Unterrichtselement soll bewirkt werden:

- Motivation für ergebnisorientiertes Arbeiten (die Ergebnisse werden präsentiert)
- Erlangung von Kompetenzen, die über den Physikunterricht hinaus universell nutz- und einsetzbar sind.

- Zusätzliches, abwechslungsreiches und attraktives Element im Physikunterricht.

In der Klasse 5 R konnten diese Arbeiten wegen des großen zeitlichen Aufwandes für den Bau der Vorrichtungen nicht mehr durchgeführt werden. Und auch in den Klassen 6 Ga und 6 Gb stand wegen der verordneten Streikmaßnahmen gegen Ende des Schuljahres für diese Arbeiten leider nur unzureichend Zeit zur Verfügung.

Trotzdem gelang es jeder Gruppe, eine kurze multimediale Anwendung über einige von ihnen erstellte Arbeiten und durchgeführte Experimente zu gestalten.

#### Erfahrungen und (verbale) Rückmeldungen:

Trotz der sehr begrenzten Zeit, die für diese Arbeiten aufgewendet werden konnte, war ganz eindeutig zu sehen, dass die SchülerInnen hier mit sehr großer Freude arbeiten. Auch wenn (diesmal) auf hohe fachliche Aussagekraft der eingebauten Inhalte nicht mehr geachtet werden konnte und manches bei der optischen und akustischen Gestaltung der Multimedia-Anwendung als Spielerei (ohne große fachliche Relevanz) kritisiert werden kann, bringen diese Arbeiten doch einen großen Attraktivitätsgewinn für den Physikunterricht insgesamt.

Wir beabsichtigen auf Grund dieser Beobachtungen und der sehr positiven Rückmeldungen der SchülerInnen, bei künftigen Projekten, auf diese Elemente nicht zu verzichten, sondern sie weiter auszubauen.

## 5.Evaluierung.

Zur Evaluierung des Projektverlaufes und der Ergebnisse wurde ein Fragebogen zur Einstellung der Schülerinnen und Schüler zu Naturwissenschaft und Technik allgemein und zum Physikunterricht speziell ausgearbeitet, der in der Klasse 5 R zwei mal und in den Klassen 6 Ga und 6 Gb drei mal im Schuljahr (Beginn, Mitte, Ende) ausgefüllt wurde. Damit soll eruiert werden, ob sich im Ablauf des Jahres markante Änderungen in der Einstellung der Schülerinnen und Schüler ergeben haben.

### **Liste der Fragen**

#### A) Physik und Gesellschaft:

1. Die Gesellschaft braucht PhysikerInnen, um die Probleme der Gegenwart und Zukunft zu meistern.
2. Es ist wichtig, dass möglichst viele Menschen Grundkenntnisse der physikalischen Gesetze und Zusammenhänge haben, damit sie bei den Fragen der Zukunft mitreden können.

#### B) Persönliche Stellung zur Physik:

3. Physik hat mich schon immer interessiert.
4. Physik interessiert mich jetzt mehr als früher.
5. Physik interessiert mich jetzt weniger als früher.
6. Physik hat etwas mit dem Leben zu tun.
7. Der Physikunterricht kann mir helfen, mich in der technisierten Umwelt besser zurechtzufinden.
8. Ich könnte mir vorstellen, einmal einen technisch-naturwissenschaftlichen Beruf zu ergreifen.
9. Ich möchte zwar keinen technisch-naturwissenschaftlichen Beruf ergreifen, kann mir aber vorstellen, dass ich früher oder später im Beruf und privat mit naturwissenschaftlichen Fragen konfrontiert werde.
10. Physik ist etwas für SpezialistInnen.
11. Physikunterricht sollte nur die dafür besonders begabten Schülerinnen haben. Die anderen sollten davon verschont bleiben.

#### C) Erwartungen an den und Erfahrungen mit dem Physikunterricht:

12. Durch das selbstständige Arbeiten in Gruppen beschäftige ich mich selber intensiver mit den Fragestellungen, als wenn ich die Inhalte vom Lehrer im Frontalunterricht präsentiert bekomme.



13. Ich hätte lieber mehr Frontalunterricht, weil ich mich bei den Erklärungen durch den Lehrer besser auskenne.
14. Das selbstständige Arbeiten in Gruppen ist interessant.
15. Das was ich dabei lerne, merke ich mir sicher besser und länger, als wenn ich etwas nur für eine Prüfung auswendig lerne.
16. Durch das Arbeiten mit Bildern und Videos aus der Praxis kann ich die Bedeutung der physikalischen Gesetze besser erkennen.
17. Wenn ich im Physikunterricht (beim Verfassen von Protokollen und Berichten) zusätzliche Kenntnisse im Umgang mit dem Computer erwerbe, dann finde ich das gut (Tabellenkalkulation, Grafik, Bild, Video).
18. Ich möchte im Physikunterricht selbst Experimente durchführen.
19. Dafür mache ich auch gerne ab und zu einige Vorbereitungen zu Hause.
20. Das selbstständige Arbeiten in Gruppen ist anstrengender als der Frontalunterricht, weil man mehr arbeiten muss.
21. Ich arbeite jedenfalls lieber in Gruppen.

Anhang: Persönliche Anmerkungen

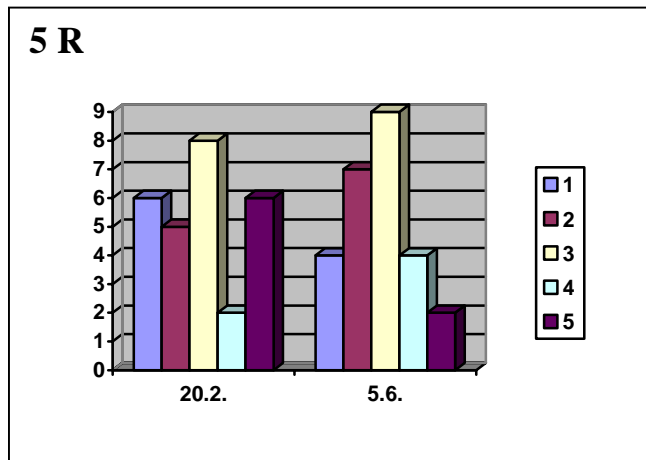
Die Schülerinnen sollten für die 21 formulierten Behauptungen Punkte von 1 bis 5 vergeben.

1 . . . trifft voll zu                      bis                      5 . . . trifft überhaupt nicht zu.

Der größte Teil der Schülerinnen und Schüler hat die Evaluationsbögen ernsthaft bearbeitet. Nur eine Schülerin der 5 R hat bei allen Punkten „5“ angekreuzt. Da einzelne Fragen mit entgegengesetzter Tendenz eingebaut waren, ist es unwahrscheinlich, dass alle mit gleicher Zahl bewertet werden können. Da es sich hier aber um einen Einzelfall handelt, wurde er nicht aus der Statistik eliminiert.

Frage 1:

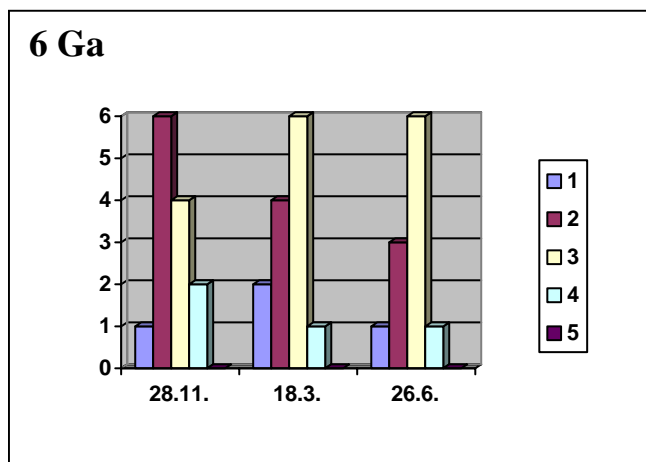
Die Gesellschaft braucht PhysikerInnen, um die Probleme der Gegenwart und Zukunft zu meistern.



Mittelwerte:

2,89

2,63

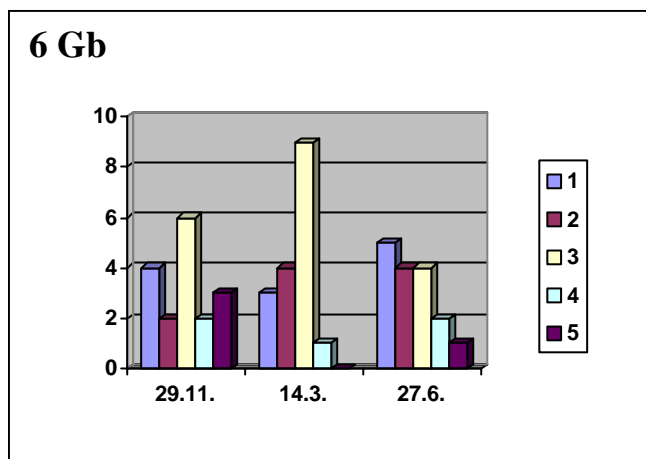


Mittelwerte:

2,54

2,46

2,64



Mittelwerte:

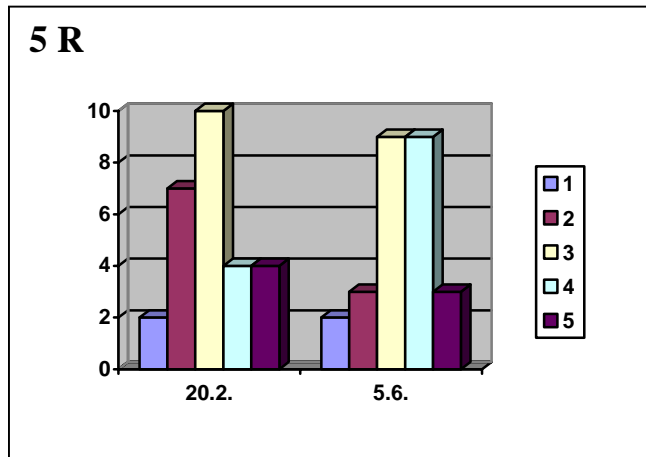
2,88

2,47

2,38

Frage 2:

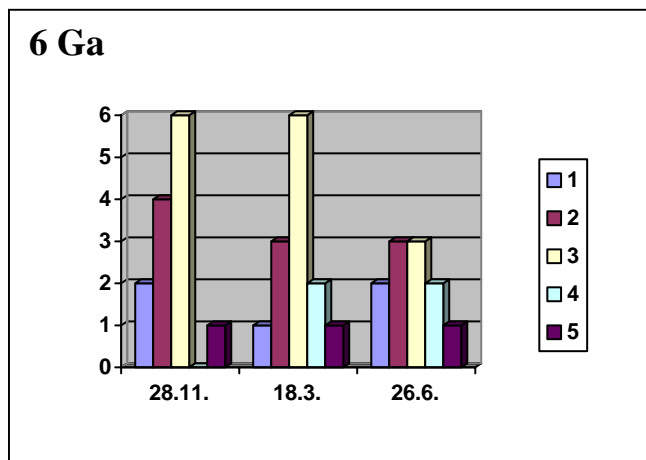
Es ist wichtig, dass möglichst viele Menschen Grundkenntnisse der physikalischen Gesetze und Zusammenhänge haben, damit sie bei den Fragen der Zukunft mitreden können.



Mittelwerte:

3,04

3,31

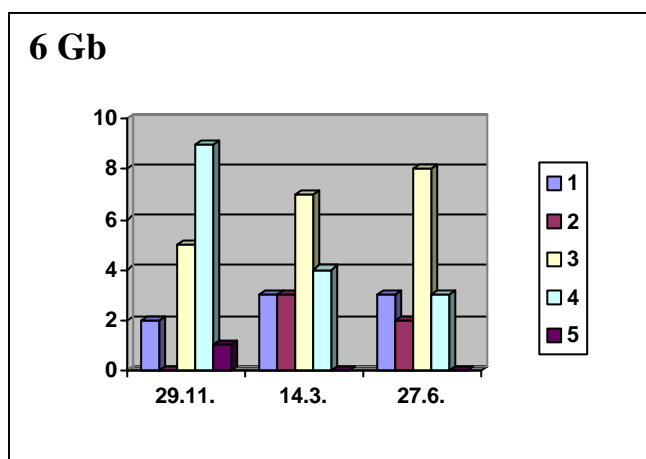


Mittelwerte:

2,54

2,92

2,73



Mittelwerte:

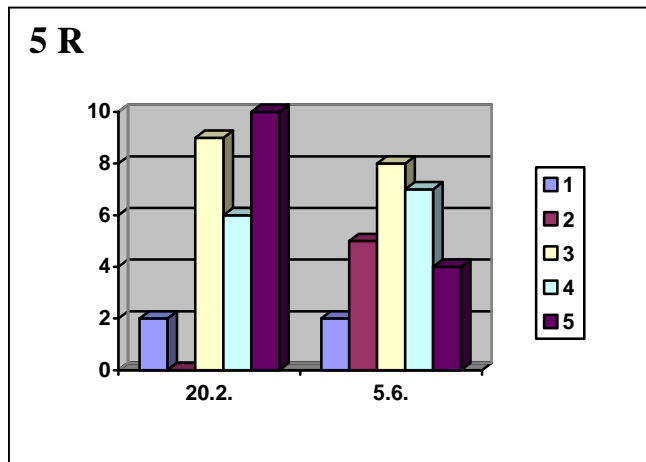
3,41

2,71

2,69

Frage 3:

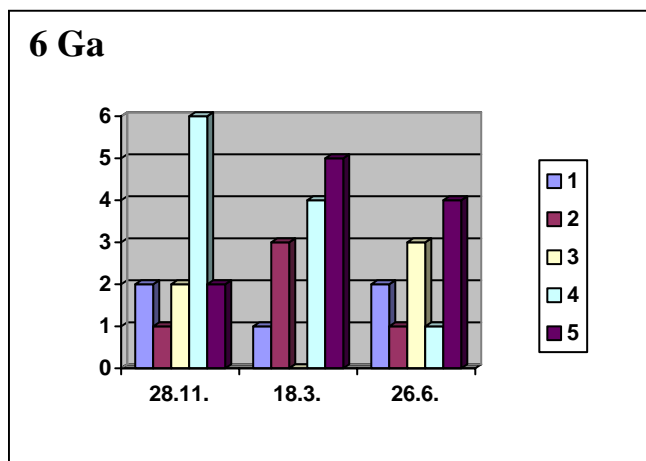
Physik hat mich schon immer interessiert.



Mittelwerte:

3,81

3,23

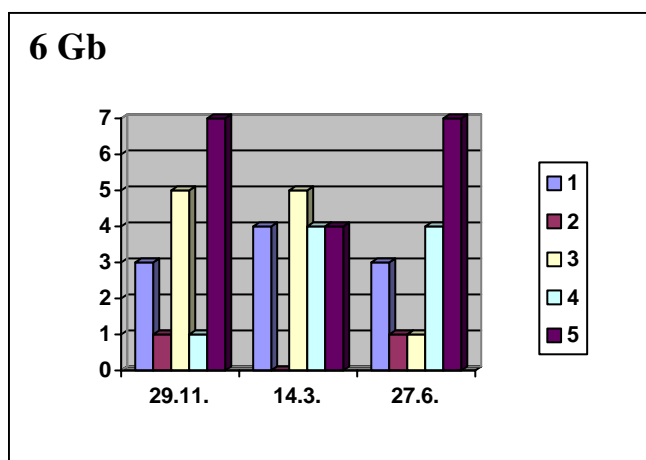


Mittelwerte:

3,38

3,69

3,36



Mittelwerte:

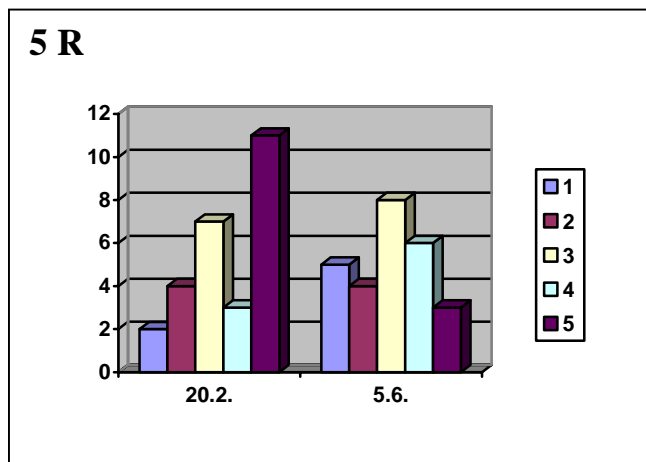
3,47

3,24

3,69

Frage 4:

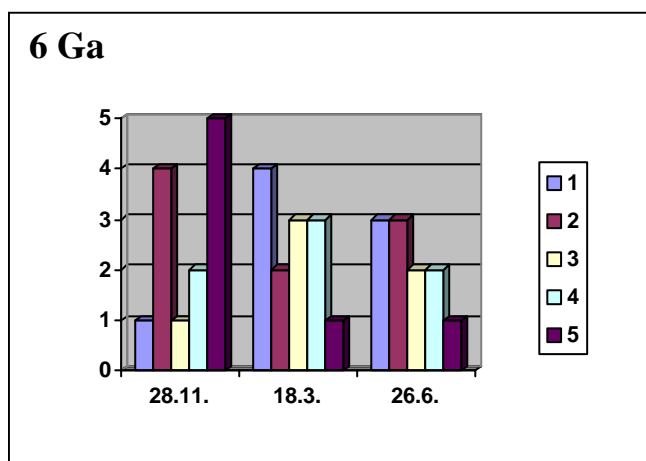
Physik interessiert mich jetzt mehr als früher.



Mittelwerte:

3,63

2,92

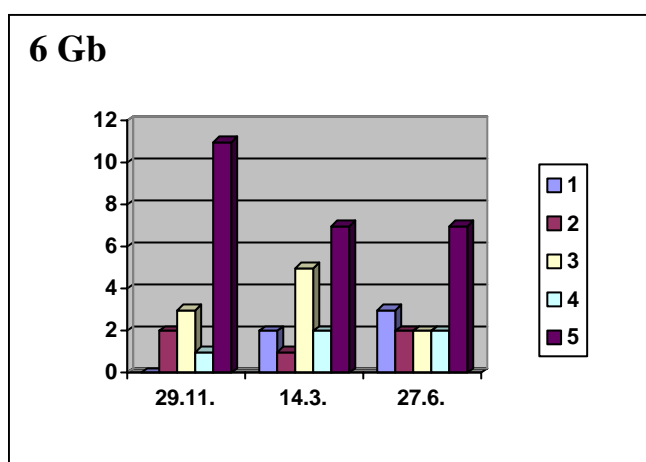


Mittelwerte:

3,46

2,62

2,55



Mittelwerte:

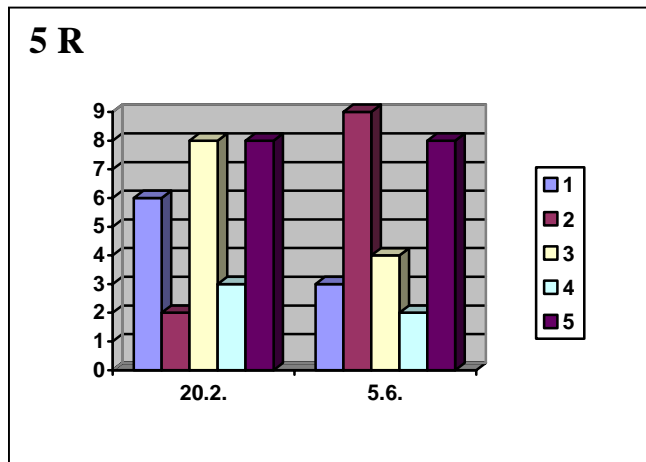
4,24

3,65

3,50

Frage 5:

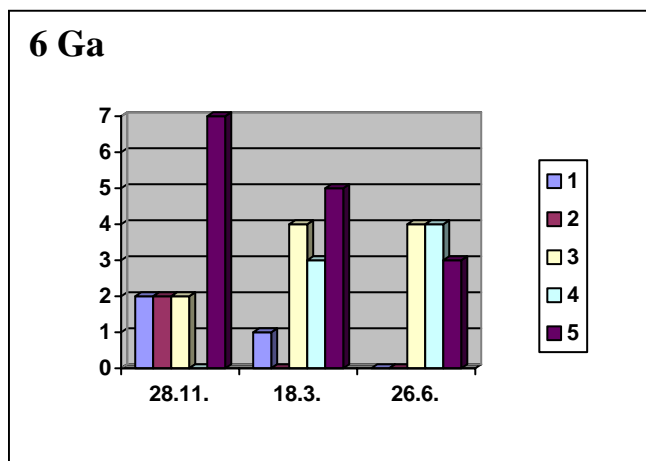
Physik interessiert mich jetzt weniger als früher.



Mittelwerte:

3,16

3,12

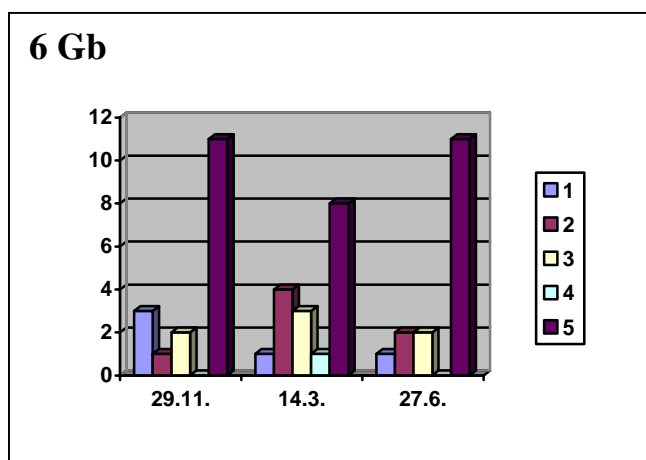


Mittelwerte:

3,62

3,85

3,91



Mittelwerte:

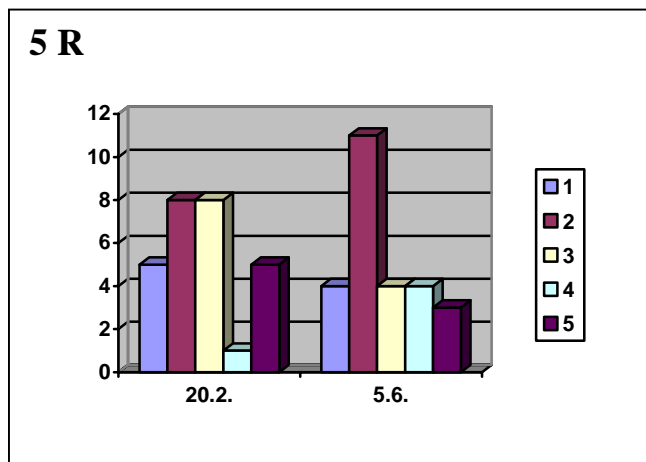
3,88

3,65

4,13

Frage 6:

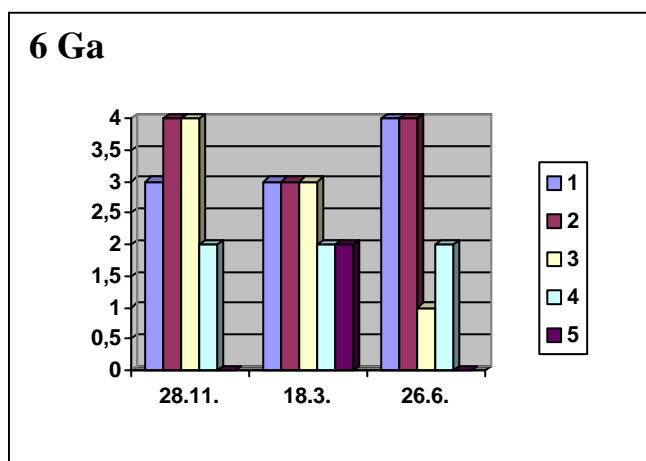
Physik hat etwas mit dem Leben zu tun.



Mittelwerte:

2,74

2,65

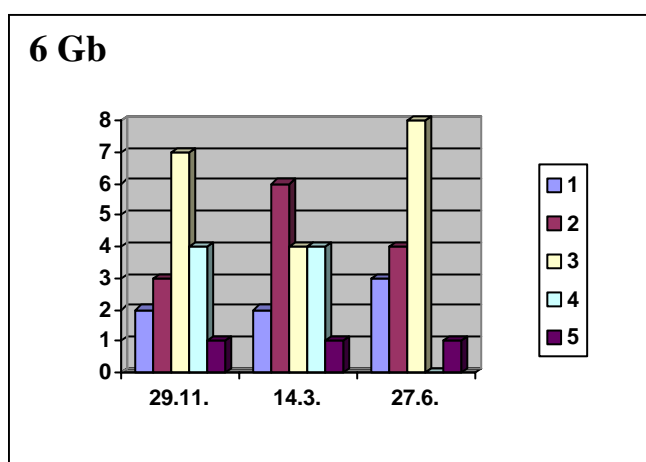


Mittelwerte:

2,38

2,77

2,09



Mittelwerte:

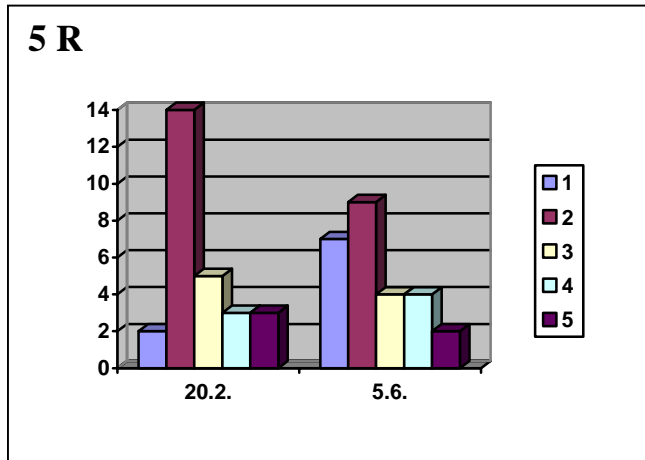
2,94

2,76

2,50

Frage 7:

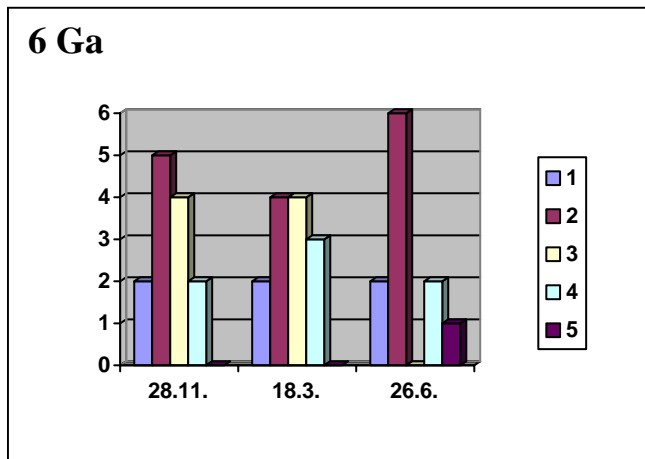
Der Physikunterricht kann mir helfen, mich in der technisierten Umwelt besser zurechtzufinden.



Mittelwerte:

2,67

2,42

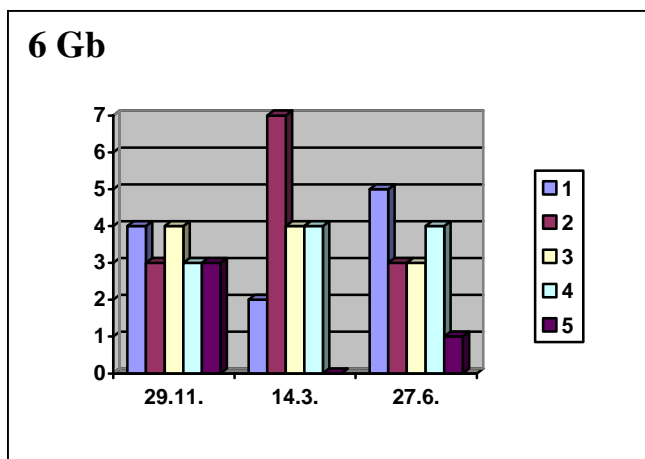


Mittelwerte:

2,46

2,62

2,45



Mittelwerte:

2,88

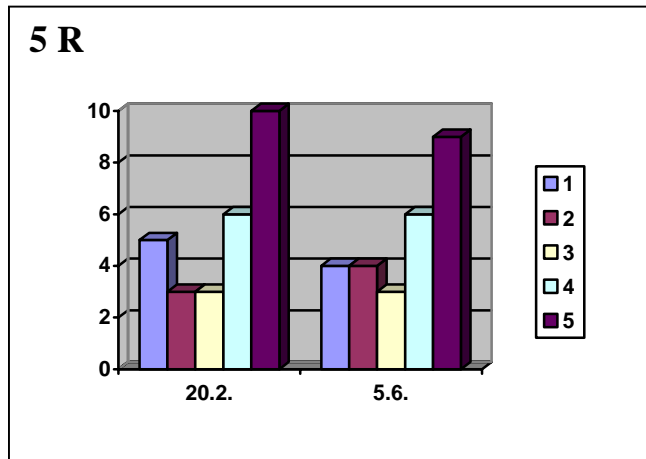
2,59

2,56



Frage 8:

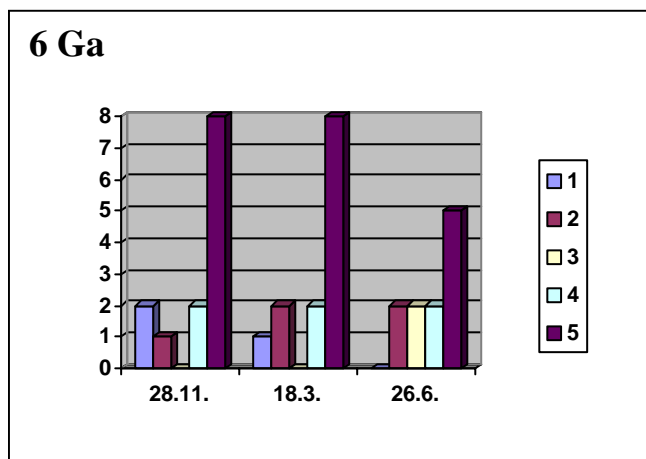
Ich könnte mir vorstellen, einmal einen technisch-naturwissenschaftlichen Beruf zu ergreifen.



Mittelwerte:

3,48

3,46

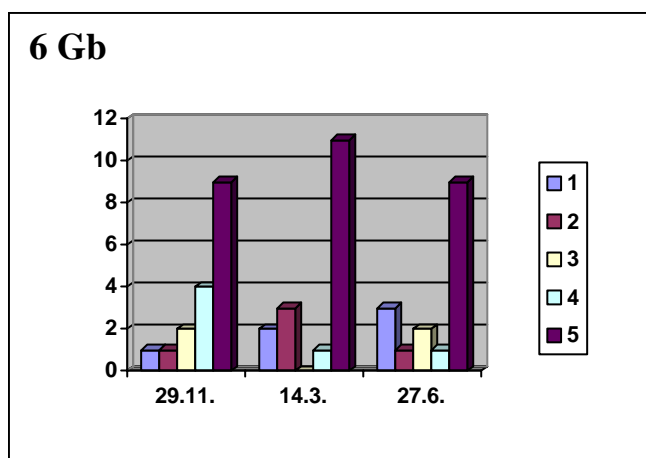


Mittelwerte:

4,00

4,08

3,91



Mittelwerte:

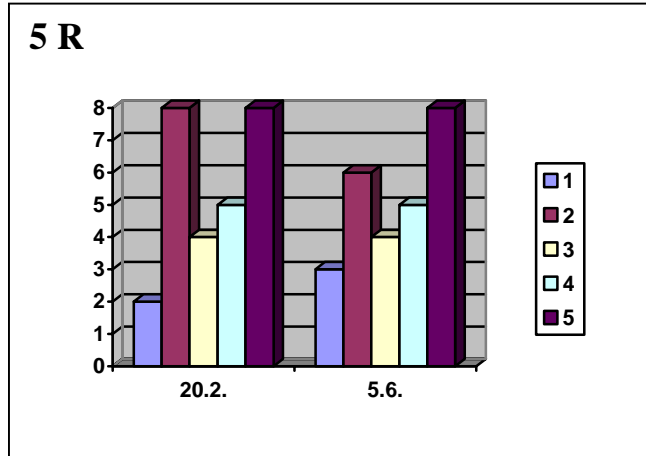
4,12

3,94

3,75

Frage 9:

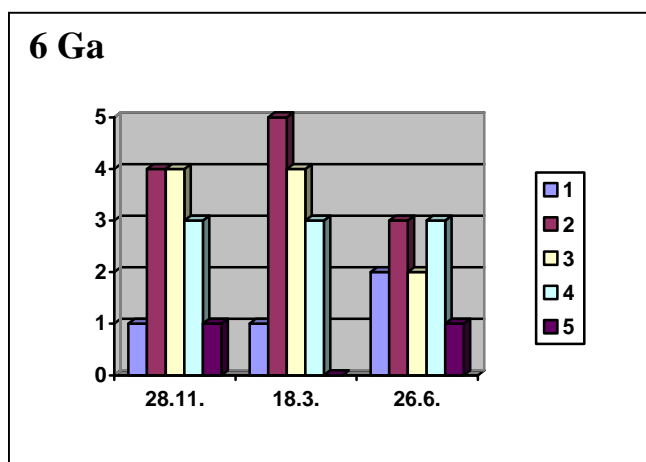
Ich möchte zwar keinen technisch-naturwissenschaftlichen Beruf ergreifen, kann mir aber vorstellen, dass ich früher oder später im Beruf und privat mit naturwissenschaftlichen Fragen konfrontiert werde.



Mittelwerte:

3,33

3,35

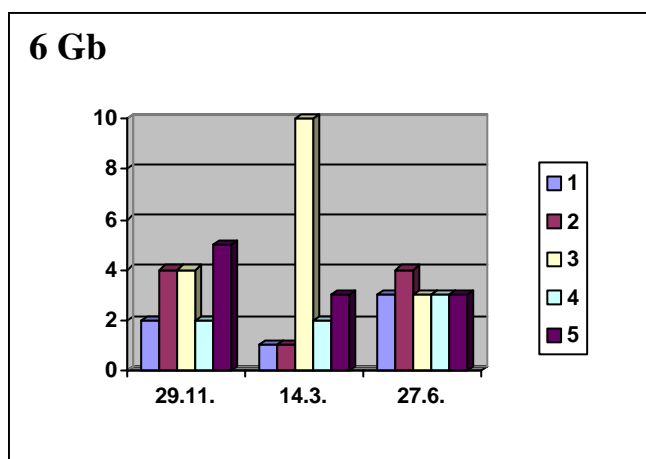


Mittelwerte:

2,92

2,69

2,82



Mittelwerte:

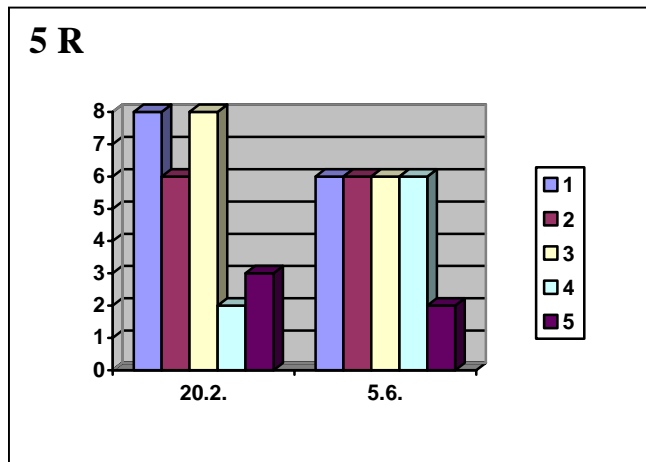
3,24

3,29

2,94

Frage 10:

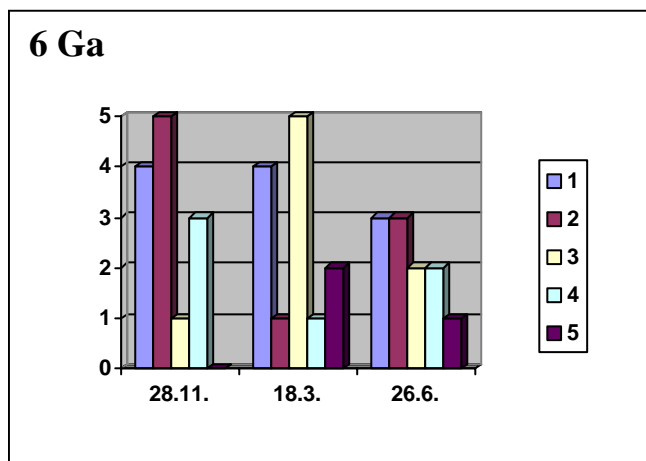
Physik ist etwas für SpezialistInnen.



Mittelwerte:

2,48

2,69

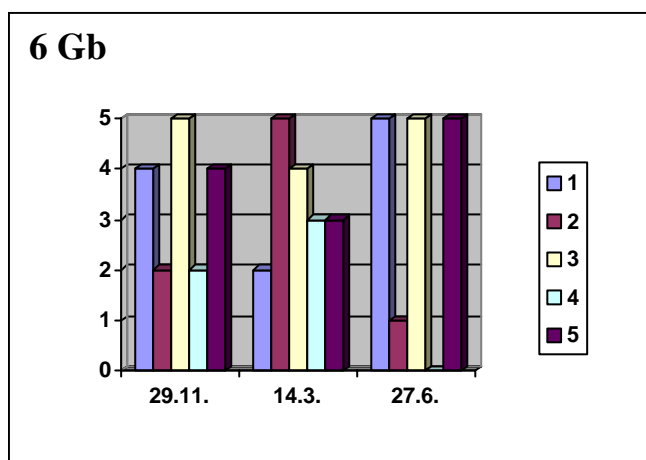


Mittelwerte:

2,23

2,69

2,55



Mittelwerte:

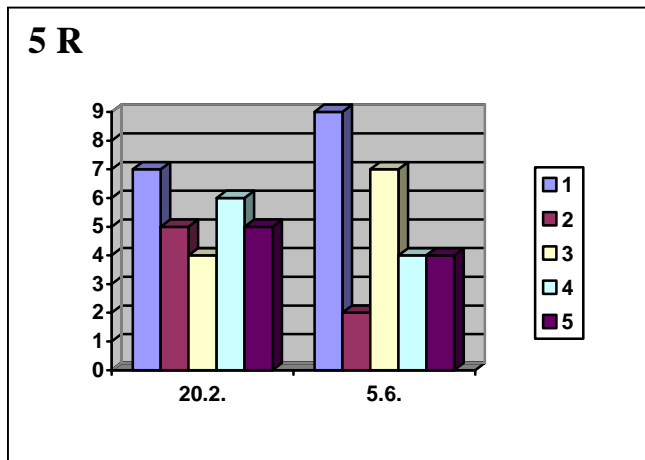
3,00

3,00

2,94

Frage 11:

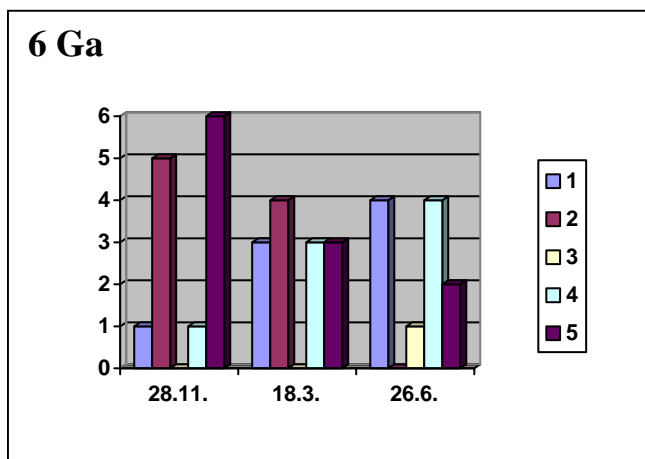
Physikunterricht sollte nur die dafür besonders begabten Schülerinnen haben. Die anderen sollten davon verschont bleiben.



Mittelwerte:

2,98

2,59

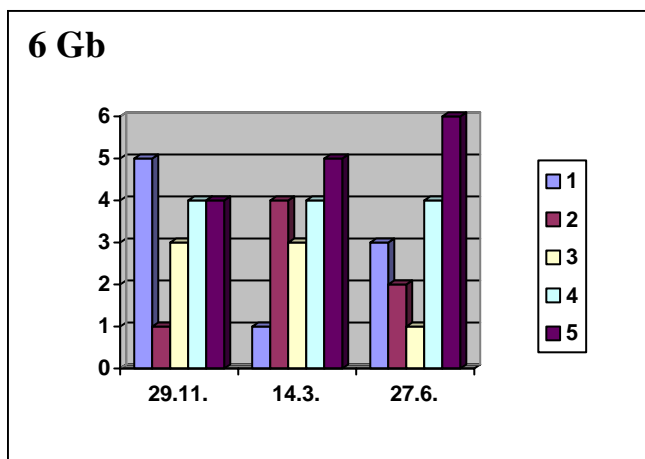


Mittelwerte:

3,46

2,92

3,00



Mittelwerte:

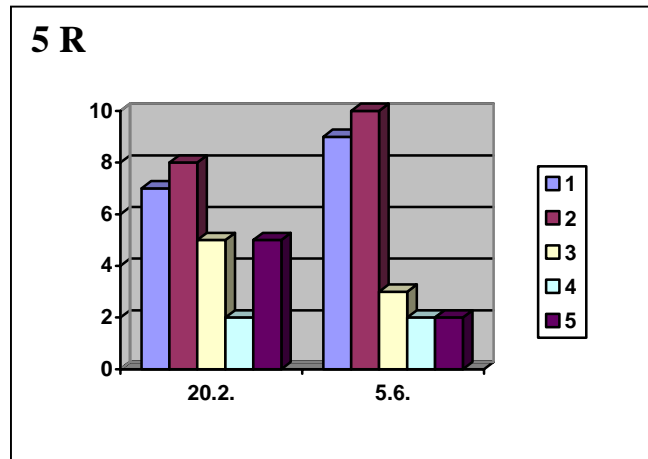
3,06

3,47

3,50

Frage 12:

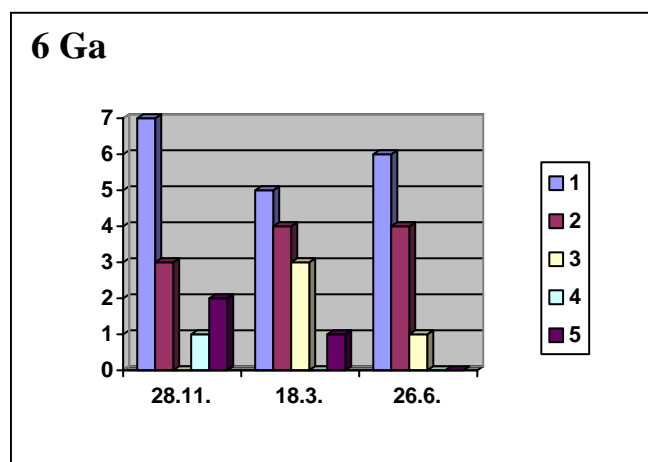
Durch das selbstständige Arbeiten in Gruppen beschäftige ich mich selber intensiver mit den Fragestellungen, als wenn ich die Inhalte vom Lehrer im Frontalunterricht präsentiert bekomme.



Mittelwerte:

2,63

2,15

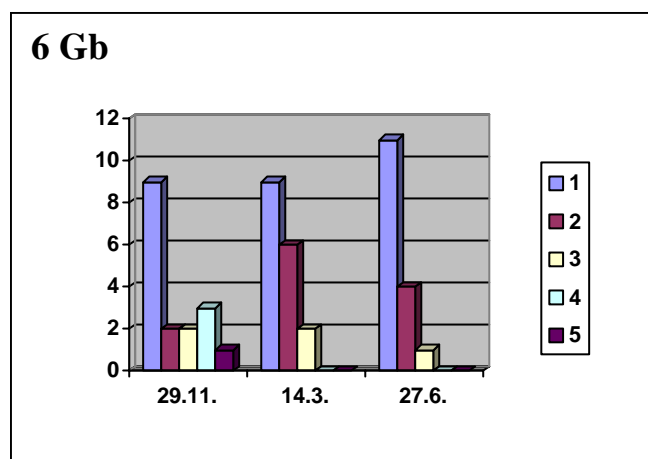


Mittelwerte:

2,08

2,08

1,55



Mittelwerte:

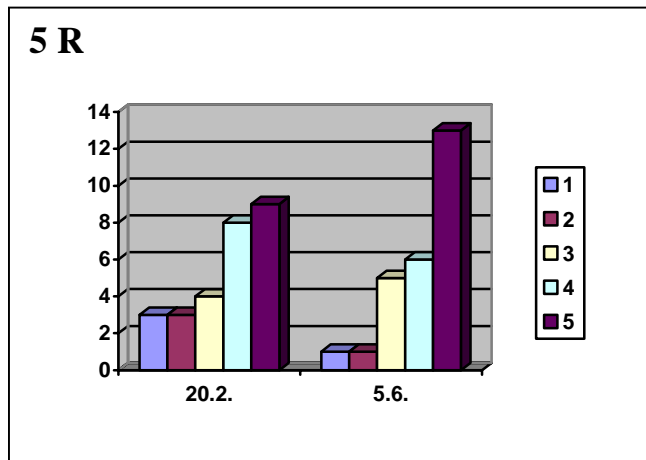
2,12

1,59

1,38

Frage 13:

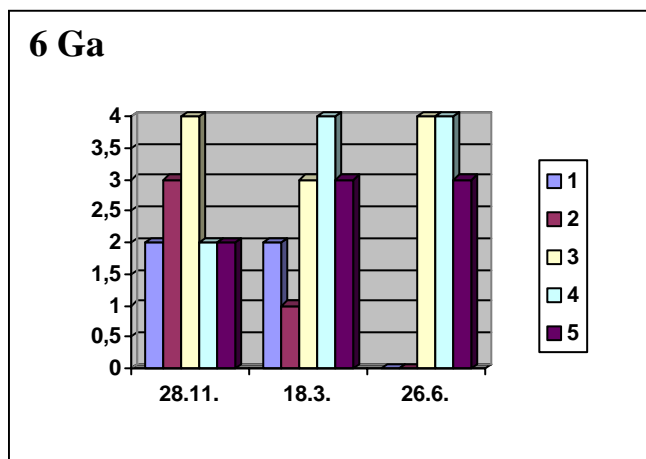
Ich hätte lieber mehr Frontalunterricht, weil ich mich bei den Erklärungen durch den Lehrer besser auskenne.



Mittelwerte:

3,63

3,96

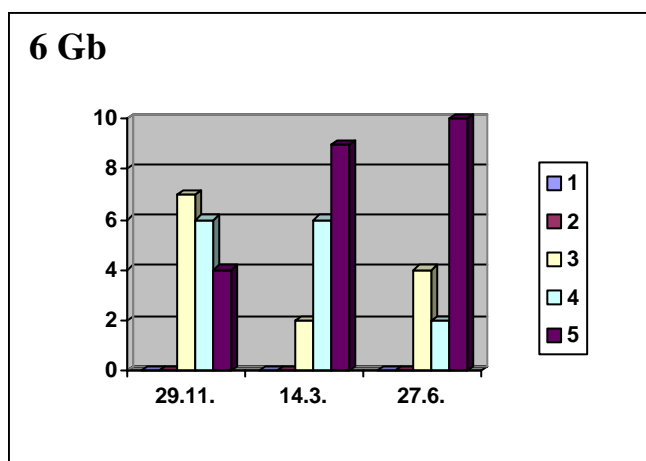


Mittelwerte:

2,92

3,38

3,91



Mittelwerte:

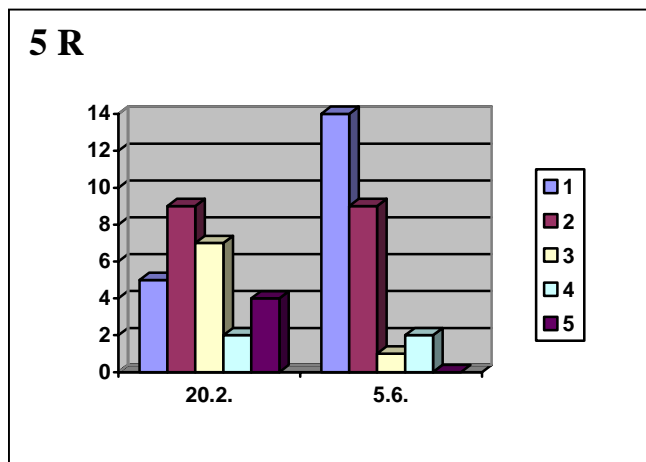
3,82

4,41

4,38

Frage 14:

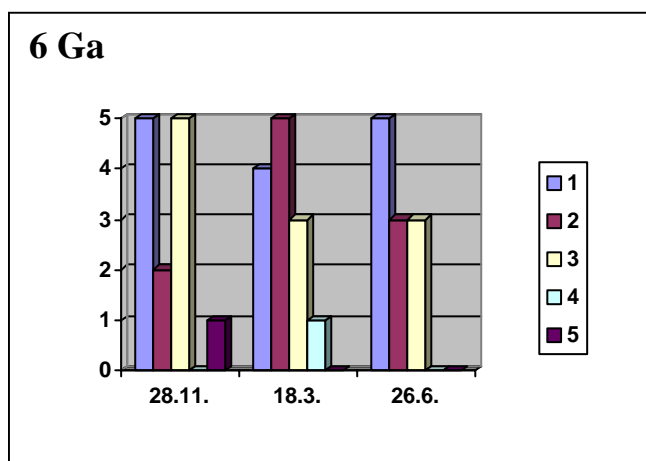
Das selbstständige Arbeiten in Gruppen ist interessant.



Mittelwerte:

2,67

1,65

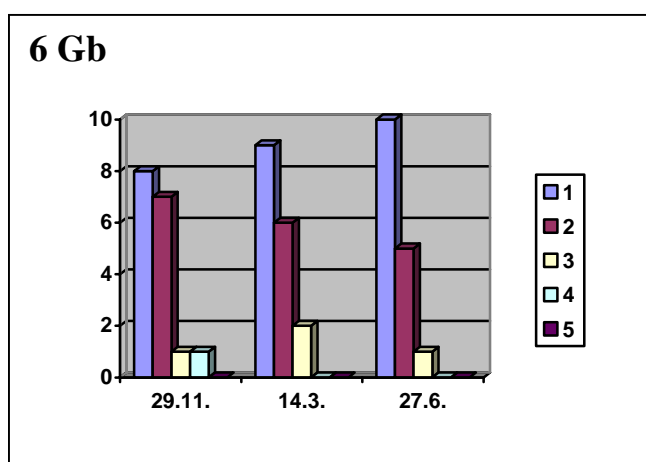


Mittelwerte:

2,23

2,08

1,82



Mittelwerte:

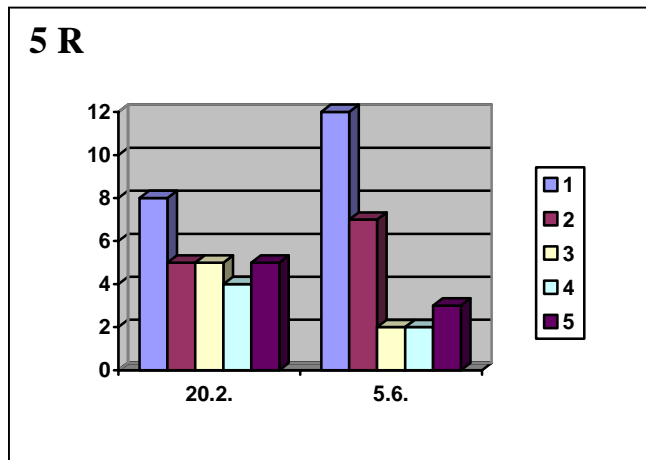
1,71

1,59

1,44

Frage 15:

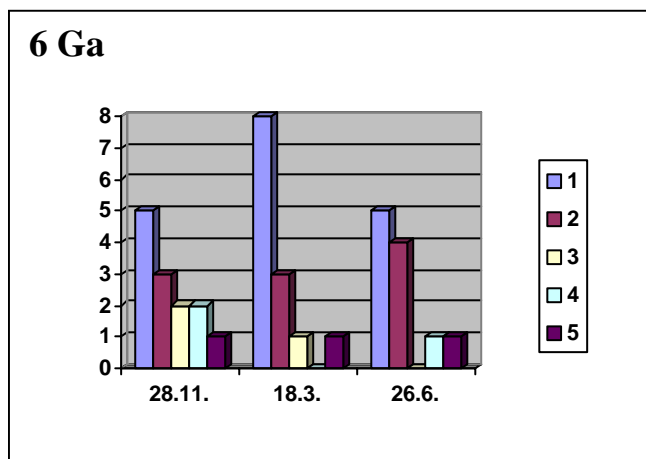
Das was ich dabei lerne, merke ich mir sicher besser und länger, als wenn ich etwas nur für eine Prüfung auswendig lerne.



Mittelwerte:

2,74

2,12

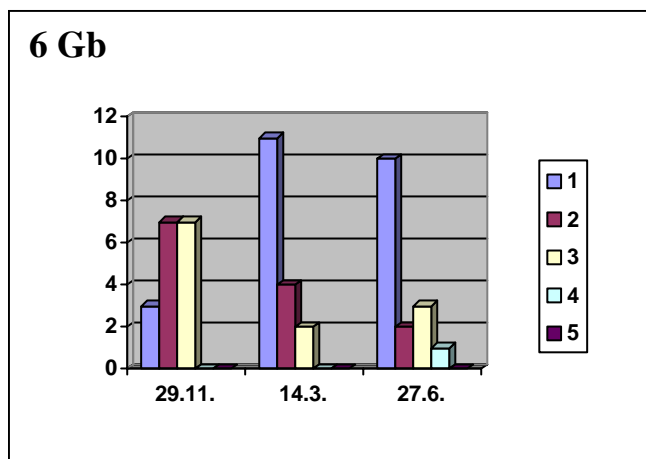


Mittelwerte:

2,31

1,69

2,00



Mittelwerte:

2,24

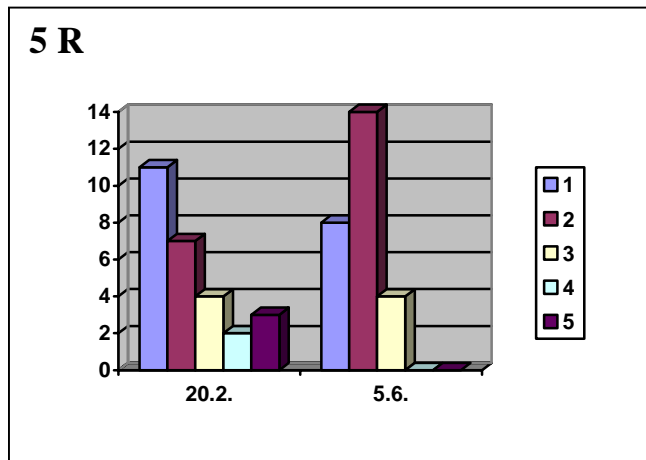
1,47

1,69



Frage 16:

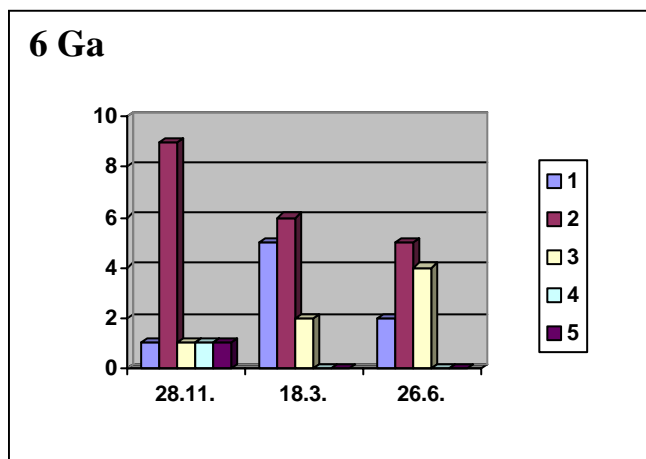
Durch das Arbeiten mit Bildern und Videos aus der Praxis kann ich die Bedeutung der physikalischen Gesetze besser erkennen.



Mittelwerte:

2,22

1,85

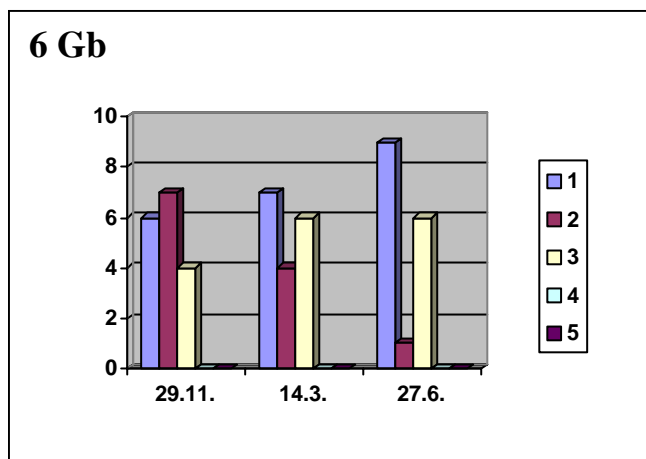


Mittelwerte:

2,38

1,77

2,18



Mittelwerte:

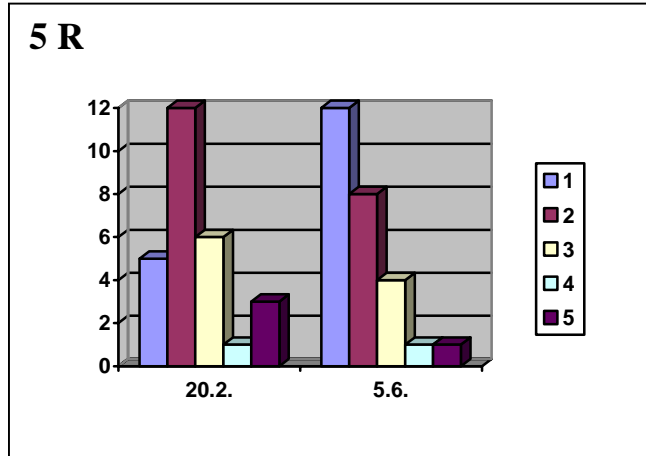
1,88

1,94

1,81

Frage 17:

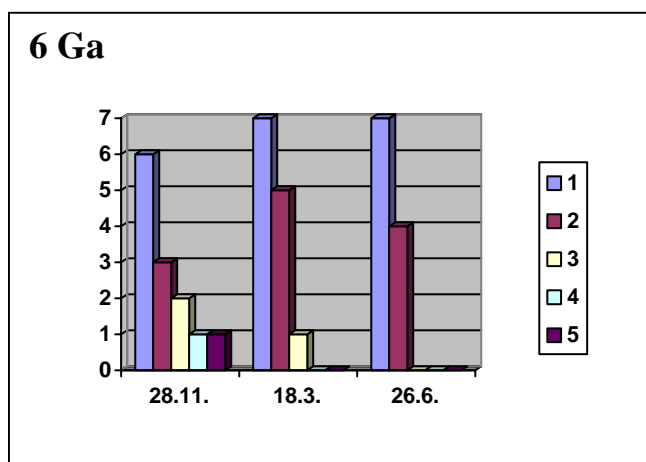
Wenn ich im Physikunterricht (beim Verfassen von Protokollen und Berichten) zusätzliche Kenntnisse im Umgang mit dem Computer erwerbe, dann finde ich das gut (Tabellenkalkulation, Grafik, Bild, Video).



Mittelwerte:

2,44

1,88

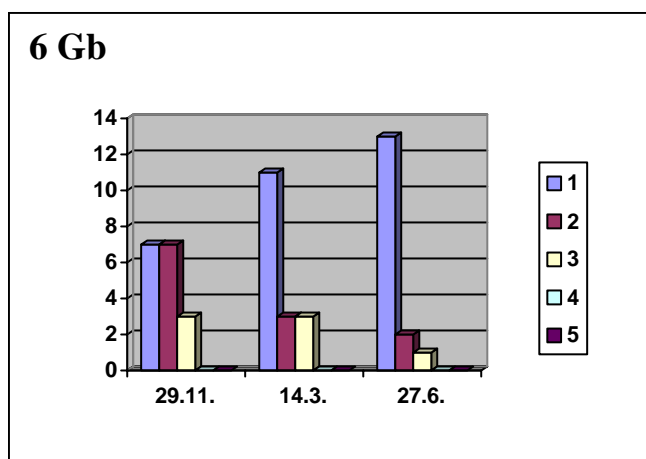


Mittelwerte:

2,08

1,54

1,36



Mittelwerte:

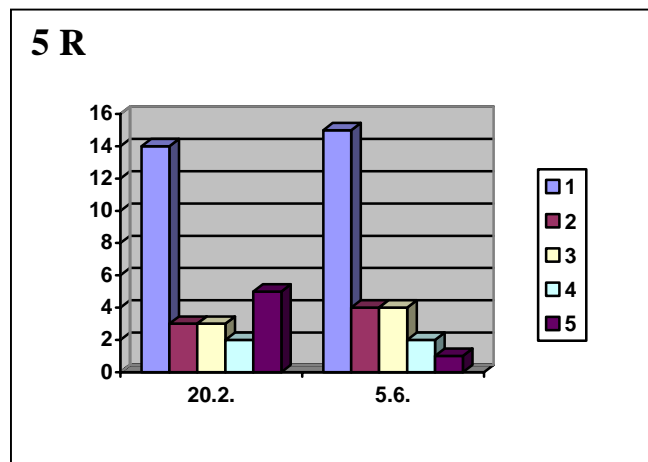
1,76

1,53

1,25

Frage 18:

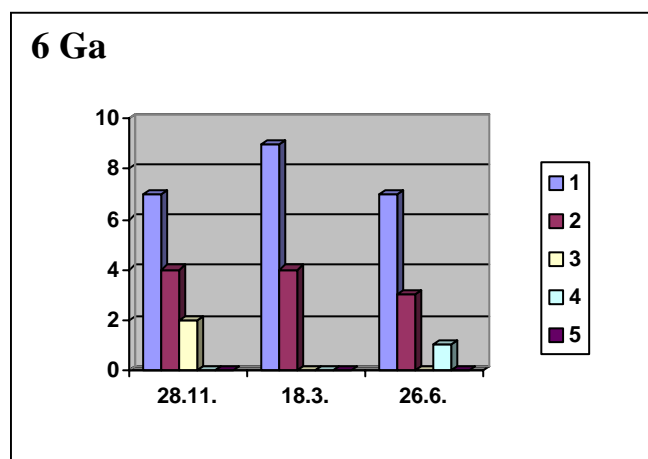
Ich möchte im Physikunterricht selbst Experimente durchführen.



Mittelwerte:

2,37

1,85

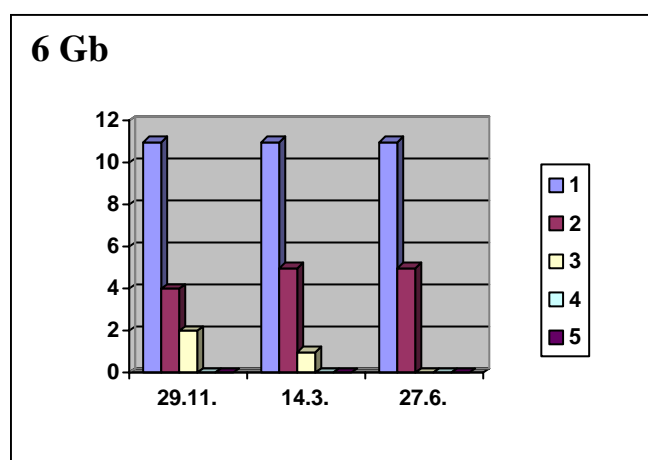


Mittelwerte:

1,62

1,31

1,55



Mittelwerte:

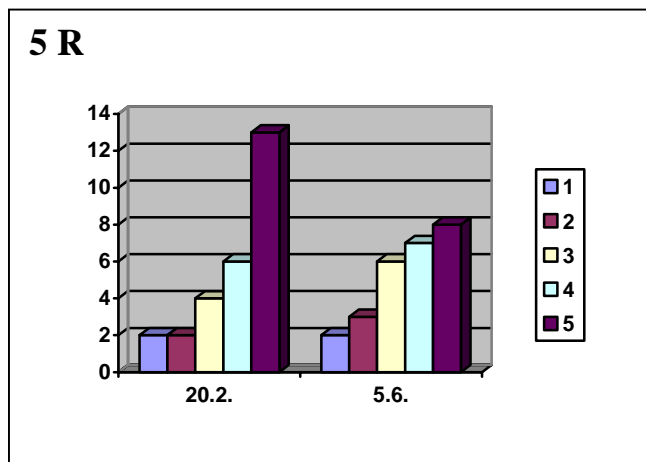
1,47

1,41

1,31

Frage 19:

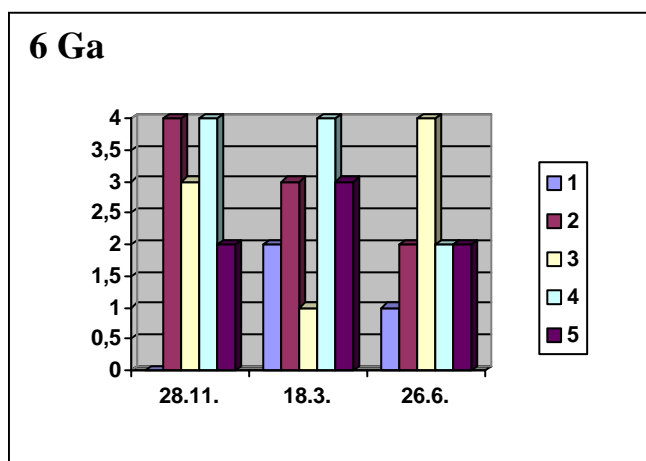
Dafür mache ich auch gerne ab und zu einige Vorbereitungen zu Hause.



Mittelwerte:

3,96

3,62

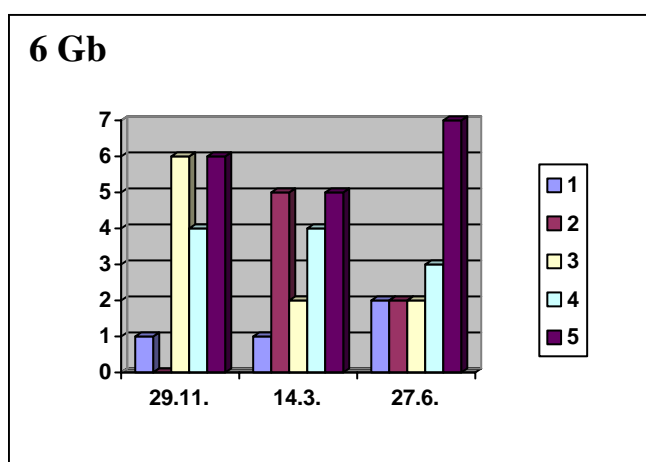


Mittelwerte:

3,31

3,23

3,18



Mittelwerte:

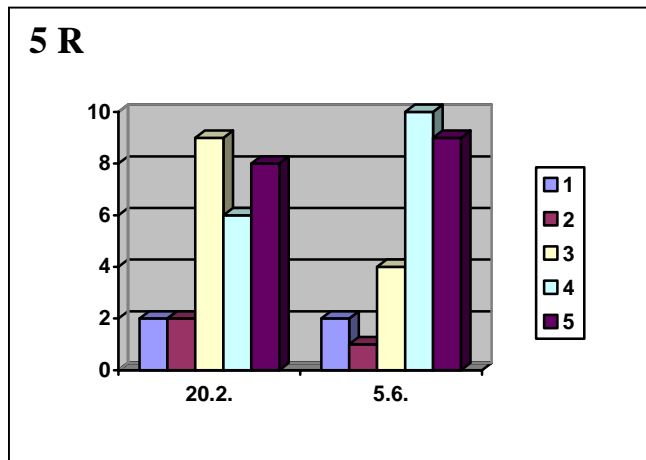
3,82

3,41

3,69

Frage 20:

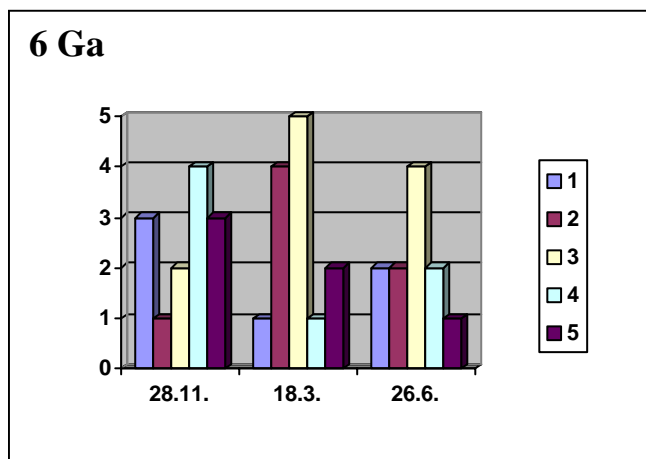
Das selbstständige Arbeiten in Gruppen ist anstrengender als der Frontalunterricht, weil man mehr arbeiten muss.



Mittelwerte:

3,59

3,88

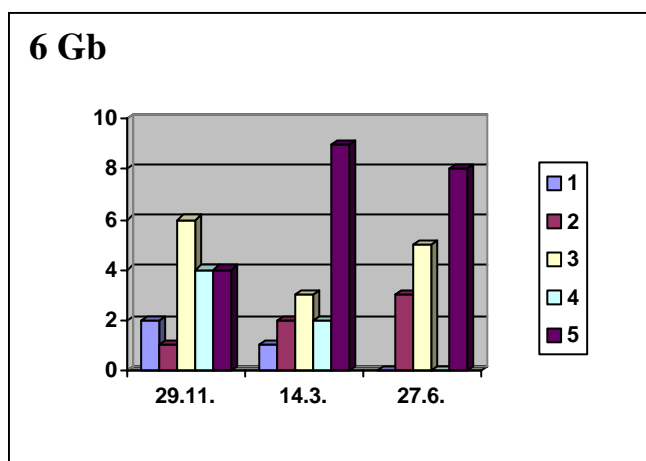


Mittelwerte:

3,23

2,92

2,82



Mittelwerte:

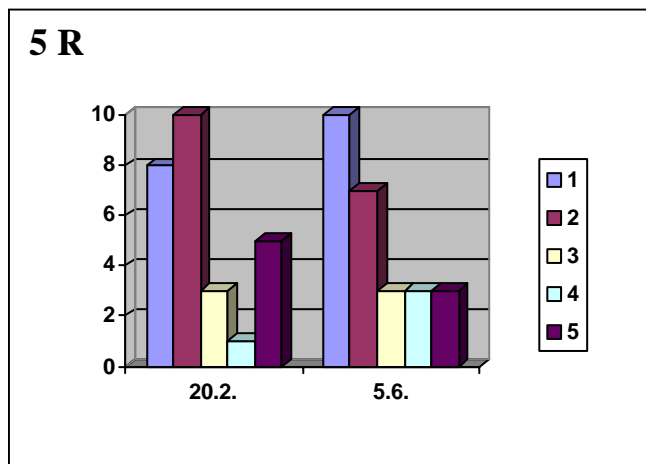
3,41

3,94

3,81

Frage 21:

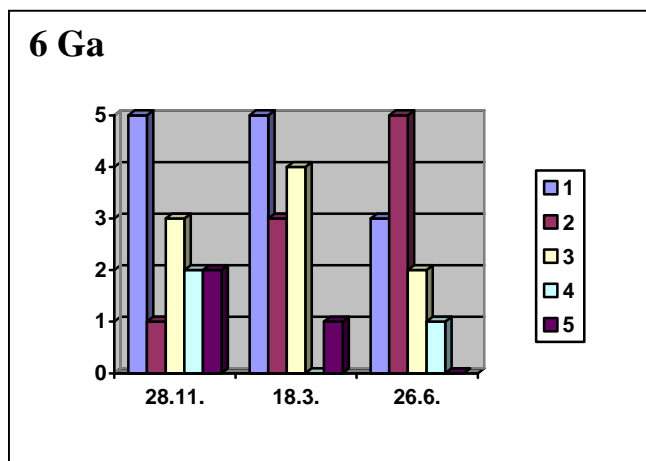
Ich arbeite jedenfalls lieber in Gruppen.



Mittelwerte:

2,44

2,31

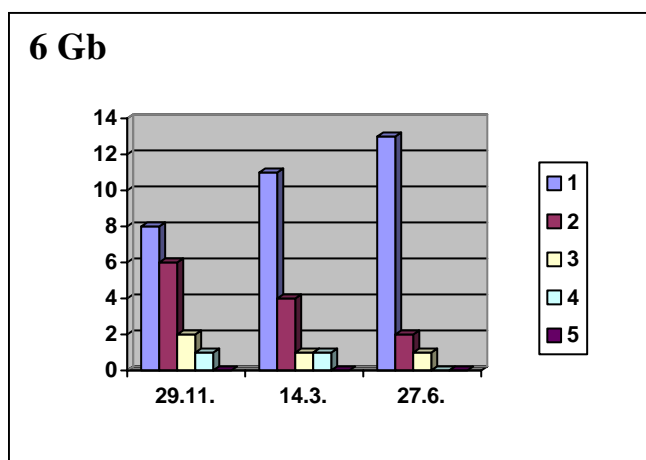


Mittelwerte:

2,62

2,15

2,09



Mittelwerte:

1,76

1,53

1,25

## Anmerkungen von Schülerinnen.

Physik sollte nicht als Nebenfach bewertet werden

Anmerkung zu „Physik ist nur für SpezialistInnen: Die richtige Physik sicherlich; die einfachen Sachen nicht.

Arbeiten in Gruppen stärkt das Teamwork.

Am meisten Schwierigkeiten habe ich mit den Formeln und Rechnungen.

Hauptproblem: Formeln merken und Rechnungen verstehen.

Praktische Arbeit ist viel interessanter als Theorie! Weniger Gruppenarbeit.

Mir gefällt, dass man viel mit dem Computer lernt. Nicht so gut finde ich, dass die Schüler bei der Gruppenarbeit oft sich selbst überlassen sind.

Da mich persönlich Physik nicht unbedingt interessiert (überhaupt Mathe und Rechnungen) muss ich sagen, dass ich zu Hause nichts vorbereiten will. Ich finde trotzdem, dass Sie den Unterricht für die, die es interessiert, sehr gut gestalten!

Arbeiten in Gruppen ist effizienter und informativer als Frontalunterricht.

Es trifft wirklich zu, dass ich mir z. B. Rechenwege besser merke, wenn wir uns Rechnungen selber erarbeiten müssen. Der Unterricht in Gruppen ist viel interessanter und bringt mehr. DAS UNTERSTÜTZE ICH!

Das Arbeiten in Gruppen ist besser, da man sich intensiver mit den Themen auseinandersetzt. Doch manchmal finde ich auch Frontalunterricht gut, z. B. bei den Rechnungen. Am besten haben mir die Experimente gefallen, die wir auch fotografiert und danach bearbeitet haben.

Ich fand das Experimentieren ziemlich interessant. Vor allem das Fotografieren und Ausarbeiten der Fotos haben mir gut gefallen. Hoffe, wir machen das bald wieder.

Für mich war der Physikunterricht bis jetzt so halbwegs verständlich. Doch ich hoffe, wir werden bald wieder in Gruppen arbeiten.

In der letzten Zeit haben wir mehr Frontalunterricht gehabt – wegen dem Zeitdruck. Ich finde es viel besser, in Gruppen zu arbeiten, weil man viel mehr lernt. Außerdem ist es lustiger.

Hab heuer zum ersten Mal Physik verstanden und nicht nur auswendig gelernt. Nur manchmal ist der Professor etwas leicht reizbar!

Unterricht ist toll, auch wenn ich mich in manchen Gebieten nicht so gut auskenne, wie wenn Frontalunterricht wäre.

Es soll weiterhin viel Gruppenarbeit stattfinden. Möglichst wenig langweiligen Frontalunterricht. Keine Stundenwiederholungen und leichte Tests . . .

Nicht immer Protokolle schreiben. Viel Gruppenarbeit und einige Experimente mehr. Viele Arbeiten am Computer. Bessere Erklärungen. Keine Stundenwiederholungen. Möglichst wenige Frontalunterrichtsstunden. Bleiben Sie so humorvoll und lustig wie jetzt.

Mehr interessante Versuche, da es so verständlicher ist.

Auch Versuche im Freien!

Weniger Rechnungen, mehr Experimente, die von Schülern durchgeführt werden.

Durch den Frontalunterricht wird das Lernen interessanter und man bekommt auch viel mehr mit.

Physik wäre viel besser mit weniger Formeln. Na ja, wird sich wohl nicht ändern.

Ich finde den Physikunterricht so wie er ist abwechslungsreich und bin der Meinung, dass beim selbstständigen Arbeiten in Gruppen am meisten davon bleibt, auch für später. Gute Idee.

Es soll weiterhin viel Gruppenarbeit stattfinden. Möglichst wenig langweiliger Frontalunterricht.

Ich finde das Projekt eine gute Idee, weil man dabei auch lernt, selbstständig sicher zu arbeiten.



## 6. Schlussfolgerungen.

### *Persönliche Stellung der SchülerInnen zur Physik:*

Grundsätzlich wurde von den SchülerInnen ihr Interesse für Physik als gering eingestuft. Allerdings ist bei fast allen Gruppen im Laufe des Jahres eine merkbare Verbesserung erkennbar. Auch konnten sich zum Jahresende etwas mehr SchülerInnen vorstellen, einen technisch-naturwissenschaftlichen Beruf zu ergreifen, bzw. später privat etwas mit Physik zu tun zu haben.

### *Erwartungen an den und Erfahrungen mit dem Physikunterricht:*

Eindeutig ist die Bewertung des praktizierten Gruppenunterrichts durch die SchülerInnen. Bereits bei der ersten Befragung war eine klare Mehrheit für selbstständiges Arbeiten in Gruppen. Dies wurde als interessanter als Frontalunterricht gesehen und auch der dauerhafte Lernerfolg wurde als besser eingeschätzt. Im Laufe des Jahres hat sich das noch verstärkt.

### *Unsere Einschätzung:*

Im Vergleich mit den vorangegangenen Unterrichtsjahren wurden bei diesem Projekt sicherlich etwas weniger Physiktheorie und etwas weniger und auch weniger schwierige Beispiele und Aufgaben behandelt.

Wir haben allerdings bereits im Laufe des Jahres immer wieder feststellen können, dass die besprochenen bzw. selbst erarbeiteten Inhalte von den SchülerInnen mehr verstanden als nur gelernt und vieles bis zum Schluss in den Grundzügen gewusst wurde. Dies zeigte sich z. B. bei der Behandlung der Planetenbewegung, als sich viele noch an Grundlagen der Bewegungslehre vom Beginn des Schuljahres erinnern, und diese auch anwenden konnten.

Darüber hinaus war v. a. in den selbstständigen Arbeitsphasen das Arbeitsklima sehr gut. Zwar war für manche Gruppen zwischendurch der Mitteilungsdrang über das vergangene Wochenende groß, da sich dies aber absolut in kleinem Rahmen hielt und der Arbeitsfortschritt dennoch vorhanden war, wurde es von uns meistens zur Erhaltung eines guten Arbeitsklimas toleriert. Die verbalen Rückmeldungen der SchülerInnen haben auch deutlich gezeigt, dass sie das stressfrei und angenehme Arbeiten sehr schätzten.

Der Gewinn an positiver Einstellung zum Physikunterricht und der Gewinn an praktischer Kompetenz beim Arbeiten, Experimentieren und Dokumentieren gleicht diesen geringen Verlust an physikalischem Faktenwissen unserer Einschätzung nach jedenfalls aus.

Dennoch wird von den SchülerInnen die Relevanz der Physik bzw. der Naturwissenschaften in der Gesellschaft als relativ gering eingestuft, und daran hat sich auch durch das praktische Arbeiten in diesem Jahr (noch) nicht viel geändert.

Die Rückmeldungen durch die Schülerinnen und noch mehr die im Unterricht gemachten Beobachtungen motivieren uns, auch in Zukunft in diese Richtung

weiterzuarbeiten. Der Unterricht brachte zwar erhöhten Vorbereitungs- und Koordinationsaufwand mit sich, er war aber auch für uns interessanter und abwechslungsreicher als reiner Frontalunterricht.

Wichtiger als komplizierte Beispiele zu rechnen ist es uns, bei den SchülerInnen einen positiven Eindruck von der Physik und ihrer Lebensrelevanz zu erzeugen, was sicher noch erheblichen Aufwand erfordern wird.