Pädagogische Prüfungsarbeit

für das 2. Staatsexamen

im Fach Mathematik

Prozentrechnung in einer Klasse 7 am Beispiel Stromverbrauch

vorgelegt dem

Studienseminar für das Lehramt an Gymnasien

von Lars Perle

Studienreferendar an der Elisabethschule Marburg

Marburg, den 30. Januar 2002

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

Die Prozentrechnung ist ein Thema des Mathematikunterrichts, das den Schülern ständig im Alltag begegnet. Dies macht eine anwendungsorientierte Behandlung möglich und sinnvoll, da so an Vorwissen der Schüler angeknüpft werden kann. Die in dieser Arbeit beschriebene Einheit beschäftigt sich mit der Einführung in den Prozentbegriff und in die Prozentrechnung. Die Einheit fand in der Klasse 7b der Elisabethschule in Marburg in den vier Wochen nach den Herbstferien, d.h. vom 15.10.2001-9.11.2001 statt.

Um den *Begriff* zu motivieren und zu veranschaulichen, aber auch das *Rechnen* mit Prozentangaben zu verdeutlichen, wurde von den Schülern der Stromverbrauch im Haushalt untersucht. Die Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, ob sich dieses Anwendungsbeispiel für die Einheit Prozentrechnung im Allgemeinen und für diese Klasse im Besonderen eignet. Dazu wird nach der Lerngruppenbeschreibung zunächst ein Überblick über verschiedene Wege zur Einführung der Prozentrechnung gegeben und im Folgenden der für diese Einheit gewählte Weg begründet.

Da sich bei anwendungsorientierten Themen die Verwendung offenerer Aufgabenstellungen anbietet, sollen diese möglichst häufig genutzt werden. Eine ausführliche Begründung dafür findet sich in den methodischen Überlegungen. An die Beschreibung des Verlaufs der Unterrichtseinheit schließt sich die Gesamtreflexion an, in der die Ergebnisse ausgewertet und besprochen werden.

2 Situation vor Beginn der Einheit

2.1 Lerngruppe

Den Großteil der Lerngruppenbeschreibung habe ich hier aus Datenschutzgründen entfernt!

Die Enge des Raumes schränkt auch den Gebrauch des Overheadprojektors ein, da der Projektor auf einem Schülertisch stehen muss, wenn das Bild an die Stirnseite des Raumes projiziert werden soll. Alternative ist die Projektion an eine Seitenwand, bei der einige Schüler dann aber Schwierigkeiten haben das Bild zu erkennen.

Die vier Wochenstunden teilen sich auf in eine Doppelstunde montags und zwei Einzelstunden (mittwochs und freitags), die jeweils in der 6. Stunde liegen. In diesen Stunden ist die

Konzentrationsfähigkeit der Schüler deutlich niedriger als in der Doppelstunde. Da zudem die 6. Stunde nur 40 Minuten lang ist, müssen Methoden benutzt werden, die auf diese Tatsache Rücksicht nehmen. Eine erhöhte Selbsttätigkeit bietet sich hier an.

2.2 Einordnung der Einheit in die Jahresplanung

Nach dem schulinternen Rahmenplan beginnt die Klasse 7 mit der Unterrichtseinheit "Proportionale und antiproportionale Zuordnung, ihre graphische Darstellung und Dreisatzrechnung". Es folgt die Einheit "Prozentrechnung mit Zinsrechnung". Erst zum Ende des Schuljahres lernen die Schüler in der Einheit "Terme und Gleichungen" einfache Terme und deren Umformungen kennen. Dies ist insofern von Bedeutung, als *ein* möglicher Weg zur Einführung der Prozentrechnung sich Termumformungen zu Nutze macht und somit diese Einheit vorgezogen werden müsste. Ich habe mich gegen diese Änderung der Jahresplanung entschieden und mit den Schülern zwischen Sommer- und Herbstferien Zuordnungen und Dreisatzrechnung bearbeitet, da ich in der Prozentrechnung darauf zurückgreife. Die hier geschilderte Einheit umfasst nur den Teil "Prozentrechnung", die Zinsrechnung schließt sich daran an, ist aber nicht weiter beschrieben.

Vier Wochen nach Beginn des Halbjahres wurde außerdem jahrgangsweit der Taschenrechner eingeführt. Das Vorhandensein der Taschenrechner hat selbstverständlich Auswirkungen auf die Einheit, die in die Planung einbezogen werden müssen.

3 Planung der Einheit

3.1 Didaktische Überlegungen zur Einheit

3.1.1 Begründung der Einheit

Die Rahmenrichtlinien legen die Prozentrechnung als Stoff der 7./8. Jahrgangsstufe fest[1]. Es wird darin vorgeschlagen, die Einführung in Anlehnung an die Bruchrechnung durchzuführen und der Anwendung der Prozentrechnung in Sachzusammenhängen Vorrang vor Rechenübungen zu geben. Das Schulcurriculum der Elisabethschule legt, wie bereits gesagt, das Thema Prozentrechnung als Stoff der Klasse 7 fest.

[1] Hessisches Kultusministerium (1995a) S.42

Die Prozentrechnung findet überall in der Gesellschaft Anwendung. Ob bei Steuern, Preisänderungen oder statistischen Angaben, überall wird ein Verständnis der Prozentrechnung und des Prozentbegriffes im Besondern vorausgesetzt. Deswegen gehört es zu den lebensvorbereitenden Zielen der Schule den Schülern eine gute anschauliche Vorstellung von Prozentangaben und ein Grundrepertoire an Fähigkeiten zum Prozentrechnen mitzugeben[2].

Auch schon für die Schüler sind Prozentangaben allgegenwärtig. Auf Nahrungsmitteln werden die Anteile der Zutaten häufig in Prozent oder zumindest auf 100g umgerechnet angegeben. Im Sport werden Leistungen durch Prozentangaben verglichen ("83% der ersten Aufschläge kamen"). In anderen Unterrichtsfächern werden auch vermehrt Prozentangaben und die Berechnung derselben genutzt. So wird z.B. in Sozialkunde in der Jahrgangsstufe 7 der Umgang mit Diagrammen und Statistiken explizit vom Rahmenplan verlangt[3]. Daten werden allgemein immer häufiger in Diagrammen und Schaubildern dargestellt, so dass die Schüler diese Daten nur dann sinnvoll nutzen können, wenn ein grundlegendes *Verständnis* der Prozentrechnung vorhanden ist. Ein reines Beherrschen von Regeln der Prozentrechnung reicht hier nicht aus.

Auch innerhalb der Mathematik selbst ist die Prozentrechnung von großer Bedeutung. In der Numerik werden mathematische Modelle anhand von Fehlerabschätzungen, die angeben um wie viel Prozent das Modell höchstens von der Wirklichkeit abweicht, auf ihre Qualität überprüft. In der Stochastik können relative Häufigkeiten und Gewinnchancen in Prozent angegeben werden. Nicht zuletzt ist die Prozentrechnung Grundlage der Zinsrechnung, die einen Spezialfall der Prozentrechnung darstellt.

3.1.2 Mögliche Wege zur Einführung der Prozentrechnung

Der Begriff Prozent kommt vom italienischen "pro cento", was "für hundert" oder "Hundertstel" bedeutet. Somit ist p% eine andere Schreibweise für $\frac{p}{100}$. Der Begriff entstand aus der Notwendigkeit Verhältnisse mit verschiedenen Grundzahlen miteinander vergleichbar zu machen. Er ermöglicht den Vergleich der Verhältnisse $\frac{P_1}{G_1}$, $\frac{P_2}{G_2}$, indem beide Verhältnisse durch Erweitern oder Kürzen auf den Nenner 100 umgeformt werden: $\frac{P_1}{G_1} = \frac{p_1}{100} = p_1\%$, $\frac{P_2}{G_2} = \frac{p_2}{100} = p_2\%$[4], wobei p_1 und p_2 als Prozentsatz, G_1 und G_2 als Grundwert und P_1 und P_2 als Prozentwert bezeichnet werden. Erste Ansätze dieses Kalküls gab es bereits vor unserer Zeitrechnung, als in Ägypten

[2] Studeny (1993) S.68

[3] Hessisches Kultusministerium (1995b) S.19

[4] Hilbert (1987), S.186

Anteile als z.B. “5 von 100” angegeben wurden[5]. Im Mittelalter begannen italienische Kaufleute dieses Kalkül häufiger zu benutzen.

Anwendungen der Prozentrechnung umfassen auch die Berechnung des Prozentwertes und des Grundwertes, die sich leicht durch Umformen der Gleichung $p\% = \frac{P}{G}$ erreichen lassen. Soll ein vermehrter oder verminderter Grundwert berechnet werden, so muss zwischen einer Änderung *um* und einer Änderung *auf* z.B. 10% unterschieden werden.

Die Definition des Prozentsatzes p als Zähler eines Hundertstelbruches weist die Prozentrechnung als Teilgebiet der Bruchrechnung aus. Gleichzeitig existiert eine Verbindung zwischen Prozentrechnung und Zuordnungen, da nach obiger Definition folgende Zuordnungen zwischen relativem und absolutem Anteil bestehen: $100\% \rightarrow G$ und $p\% \rightarrow P$. Weiterhin kann $p\%$ als Proportionalitätsfaktor aufgefasst werden, der auf den Grundwert angewandt den Prozentwert berechnet: $G \xrightarrow{p\%} P$.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Prozent*begriff* als alternative Schreibweise eines Bruches, als Anteil eines zugeordneten Wertes oder als Proportionalitätsfaktor einer Zuordnung aufgefasst werden kann. In der Prozent*rechnung* lassen sich die drei genannten Größen durch elementare Termumformungen oder durch den Dreisatz berechnen. Somit können auch die verschiedenen Wege zur Einführung der Prozentrechnung in der Schule gegliedert werden in die Einführung des Prozent*begriffes* und die *Berechnung* der drei Grundgrößen der Prozentrechnung.

3.1.3 Zur Einführung des Prozentbegriffes

Nach Studeny ist eine gute anschauliche Vorstellung von Prozentangaben Voraussetzung, um sinnvoll damit rechnen zu können[6]. Die Kenntnisse aus der Bruchrechnung sollten aufgefrischt werden, wobei der Schwerpunkt auf dem Anteilsbegriff in Bruchform liegen sollte. Davon ausgehend könnte die Bezeichnung Prozent als Ersatz für den Nenner 100 bei Hundertstelbrüchen eingeführt werden. Diese neueingeführte Schreib- und Sprechweise sollte mit anschaulicher Vorstellung gefüllt werden. Dazu könnten Umrechnungsaufgaben von Brüchen in Prozentangaben und umgekehrt dienen, die aber möglichst bald durch Diagramme veranschaulicht werden sollten, um das Umrechnen nicht zu mechanischer Schreibarbeit werden zu lassen, die dem Begriffsbildungsprozess nicht dienlich ist.[7]

[5]Schmid / Weidig (1996), S.75
[6]Studeny (1993) S.68
[7]ebda. S.69

Bei der Einführung des Prozentbegriffes lässt sich im Allgemeinen auch Vorwissen der Schüler nutzen. So geht Streefland davon aus, dass den Schülern bestimmte *Schlüsselprozentsätze*, wie 100%, 50% und 25%, bereits bekannt sind und fordert dieses Vorwissen festzustellen und im Unterricht zu nutzen.[8] Von diesen Stützpunkten ausgehend sollten durch Aufgaben aus der Lebenswirklichkeit der Schüler weitere Schlüsselprozentsätze erarbeitet werden. Dabei sollen die verschiedenen Interpretationen des Prozentbegriffes “10% von...”, “$\frac{1}{10}$von...” und “einer von Zehn” für die Schüler synonym werden, so dass ein “...Netzwerk von Brüchen und Prozenten...”[9] entsteht. Auch der Rahmenplan geht von Vorerfahrungen der Schüler aus, die im Unterricht genutzt werden sollten[10].

Milke-Metzger schlägt ebenfalls vor, sich das Vorwissen der Schüler zu Nutze zu machen und die bekannten Prozentsätze durch Diagramme zu veranschaulichen[11]. Daran anschließend sollten die Schüler die Umwandlung von Brüchen in Prozentsätze und umgekehrt von Prozentsätzen in Brüche üben.

Während die anderen besprochenen Autoren den Prozentbegriff jeweils durch den Lehrer einführen, lassen Schober u.a.[12] die Schüler selbst die Notwendigkeit zur Einführung eines “Vergleichsnenners” für Verhältnisse mit verschiedenen Grundzahlen einsehen. Um dies zu erreichen, sollen die Schüler in Kleingruppen eine Umfrage machen und dann die Ergebnisse zusammentragen. Hierbei tritt das Problem der Vergleichbarkeit auf und - ähnlich der historischen Entwicklung - behelfen sich die Schüler mit einer Vereinheitlichung der Nenner. Diese kann dann, falls nötig, vom Lehrer auf 100 festgelegt[13] und dann der Begriff Prozent eingeführt werden. Die Veranschaulichung geschieht bei diesem Ansatz demnach *vor* der Begriffseinführung.

Ebenso wie Schober u.a. fordert Studeny, dass die Schüler häufiger über das Ausgangsproblem sprechen und dabei auch Wertungen vornehmen. Sprachliche Äußerungen der Schüler über Sachsituationen wirken motivierend und begriffsbildend[14], da die Schüler sich so umfassender mit dem Gegenstand auseinander setzen. Dies gilt zwar sicher für alle mathematischen Themen, es lässt sich in der Prozentrechnung mit ihren vielfältigen Anwendungsaufgaben aber besonders gut praktizieren. Studeny schlägt eine regelmäßige Versprachlichung von Anteilsdia-

[8] Streefland (1997) S.54
[9] ebda. S.57
[10] Hessisches Kultusministerium (1995a) S.42
[11] Milke-Metzger (1993) S.102
[12] Schober u.a. (2000)
[13] Wobei Schober u.a. berichten, dass in ihrem Versuch die Schüler selbst den Nenner 100 vorschlugen.
[14] Studeny (1993) S.69

grammen vor, gibt aber zu bedenken, dass dieser Weg vergleichsweise lange dauert. Jedoch sei eine intensive und damit auch längere Begriffsbildung nötig.

Ähnlich äußert sich Malle, der die schlechten Leistungen im Prozentrechnen auf eine zu starke Betonung des Rechnens gegenüber dem Darstellen zurückführt[15]. Dies habe oft einen unverstandenen numerischen Schematismus zur Folge. Auch Streefland hält die Einführung von Regeln der Prozentrechnung erst für sinnvoll, wenn die Schüler zu ihrer jeweiligen Formulierung beitragen können[16].

Das Schulbuch[17] definiert nach einem einführenden Beispiel, welches den Vergleichsaspekt in den Vordergrund stellt, 1% als $\frac{1}{100}$ und bietet dann eine Reihe reiner Umrechnungsaufgaben zwischen Bruch- und Prozentzahl (ohne graphische Anschauung) an.

Alle dargestellten Ansätze gehen von einem konkreten Sachbeispiel aus, welches mehr oder weniger aus der Lebenswelt der Schüler stammt. Die Berechnung von Telefontarifen, die Erstellung von Unfallstatistiken, die Auswahl der günstigsten Zollstation, der Kauf eines Autos oder eben das Durchführen einer Umfrage werden als Einstiege genutzt. Auch der Rahmenplan verlangt vom Mathematikunterricht generell ein wirklichkeitsnahes Lernen in lebendigen Anwendungszusammenhängen und im Hinblick auf das Rechnen mit Größen - zu denen die Prozentrechnung zählt - die Behandlung von Problemen aus Anwendungssituationen, die die Schüler verstehen, beschreiben und lösen können[18].

3.1.4 Zur Einführung des Rechnens mit Prozentangaben

Grundsätzlich kann hier zwischen zwei Wegen unterschieden werden: Berechnung der Größen Prozentsatz, Prozentwert und Grundwert über den Dreisatz oder durch Erarbeiten und Verwenden der jeweiligen Formeln: $p\% = \frac{P}{G}$; $P = \frac{p}{100}G$; $G = \frac{100P}{p}$.

Bei letzterem Weg gibt es wiederum zwei Möglichkeiten: Die Erarbeitung *einer* Formel, die dann jeweils durch Termumformungen nach der gesuchten Größe aufgelöst wird oder die Erarbeitung von *drei* Formeln für die drei Größen. Den zuletzt genannten Weg nimmt das Schulbuch, das jeweils von einem neuen Problem ausgehend eine Formel erarbeitet, die im Folgenden geübt

[15] Malle (1993) S.125
[16] Streefland (1997) S.58
[17] Lambacher Schweizer 7 (Schmid / Weidig (1996))
[18] Hessisches Kultusministerium (1995a) S.6 und 10

wird[19]. Erst nach der Einführung aller drei Regeln und der Zinsrechnung gibt es vermischte Übungen, bei denen der Schüler zunächst erkennen muss, nach welcher Größe gefragt ist, um dann die richtige Formel anzuwenden[20]. Auch Schober u.a. ließen die Schüler drei Formeln aufstellen und gingen in den A-Kursen[21] sogar noch weiter und erarbeiteten dort nur eine Formel, die die Schüler intuitiv richtig umstellten, womit zusätzlich ein erster Zugang zur Gleichungslehre erreicht wäre. Bei der Einführung der Grundaufgaben gingen sie aber den eher unüblichen Weg erst den Prozentsatz zu berechnen, da ihr Anfangsproblem (Erstellung einer Umfrage) die Frage nach dem Prozentsatz in den Vordergrund stellte. Um die Begriffe für die Schüler sinnvoll einzuführen, griffen sie auf die Einführungsphase zurück und füllten so die neuen Begriffe mit Bedeutung[22]: Grundwert als Angabe über die Gesamtgröße der Befragten, Prozentsatz als Angabe über den zu ermittelnden Bruchteil der Gesamtgröße, Prozentwert als Angabe über die ermittelte Anteilsgröße. So bleibt stets das Anwendungsbeispiel, von dem die Einheit ausgeht, Anschauungsobjekt, auf das sich die Schüler in der weiteren Erarbeitung zurückbesinnen können.

Auch Malle zufolge reicht es *eine* Formel zu haben, die die Schüler dann umformen können - wobei er m.E. von älteren Schülern ausgeht, die die Prozentrechnung anwenden können sollen. Er verlangt aber auch, dass die Schüler die Formeln nicht als unverstandene Merksätze handhaben, sondern diese jederzeit wieder konstruieren können[23]. Um eine (oder drei Formeln) zu ermitteln, bietet sich das Dreisatzschema an. Milke-Metzger schlägt vor die Formeln für Prozent- und Grundwert mit dem Dreisatz herzuleiten. Aufgaben zur Berechnung des Prozentsatzes sollten durch einfache Größenbeziehungen, wie 300 kg von 1200 kg, eingeleitet werden, um dann den Rechenweg zu einer Formel zu abstrahieren[24]. Fraglich ist jedoch, ob im Weiteren nur noch die Formeln benutzt werden sollen oder auch die Herleitung wiederholt wird. Auch Studeny kritisiert die Verwendung des Dreisatzes für die Berechnung des Prozentsatzes, er wirke “verkrampft’[25]. Stattdessen sollten die Anteile als Brüche dargestellt und dann in einen Dezimalbruch umgewandelt werden, der auf zwei Stellen hinter dem Komma gerundet wird.

Bruder hingegen schreibt, dass es bei einer Problemstellung, die den Schülern das Ziel klar vor

[19] Allerdings bietet das Schulbuch alternativ auch das Dreisatzschema an, jedoch ohne darauf näher einzugehen.

[20] Schmid / Weidig (1996) S.46-75

[21] Der Versuch wurde an einer Integrierten Gesamtschule durchgeführt.

[22] Schober u.a. (2000) S.17ff; siehe auch Studeny (1993) S.70

[23] Malle (1993) S.127

[24] Milke-Metzger (1993) S.102f

[25] Studeny (1993) S.71

Augen führt, zusammen mit der Definition, dass ein Ganzes 100% zugeordnet wird, sich der Dreisatz automatisch ergibt. Der Anteil, der einem Prozent entspricht, ist durch Division mit 100 leicht erreicht und interessiert man sich für einen anderen Wert als 1%, muss das Ergebnis nur mit der gewünschten Prozentzahl multipliziert werden. Fragen nach anderen Konstellationen ergäben sich von selbst und auch diese seien mit dem Dreisatz zu berechnen. Allerdings sei dafür eine solide Kenntnis des Dreisatzes vonnöten[26]. Diese Sicht unterstützt Jonczyk-Buch, nach der sich dieser Ansatz vor allem bei späteren Wiederholungen bewährt hat[27].

Wichtig erscheint es Studeny den Dreisatz nicht unreflektiert einzusetzen und so den Schülern z.B. fälschlicherweise beizubringen, dass 1% 3 DM sind. Auch beim Rechnen sollten aber weiterhin Prozentdiagramme eingestreut werden, damit die anschauliche Vorstellung nicht leidet.

Ganz ohne vorherige Dreisatzrechnung kommt Schmidt aus[28]. Ihr Zugang zur Prozentrechnung erfolgt über die ständige Visualisierung der Prozentangaben, die zunächst als Anteile der Form "5 von 25" eingeführt werden. Diese Anteile werden dann jeweils in ein Feld mit 10 mal 10 Kästchen eingezeichnet (von jeweils 25 Kästchen werden 5 eingefärbt), so dass sich der Prozentsatz leicht ablesen lässt. Allerdings wird für den Prozentwert dann doch ein Spezialfall des Dreisatzes eingeführt, in dem der Grundwert immer zuerst durch 100 geteilt wird und das Ergebnis dann mit der gegebenen Prozentzahl multipliziert wird. Dieser Ansatz würde also auch die Dreisatzrechnung vorbereiten.

Allgemein lässt sich zur Einführung der Begriffe Prozentwert, Grundwert und Prozentsatz sagen, dass bei der Dreisatz-Methode lange auf diese neuen Begriffe verzichtet werden kann, da die Schüler sie für das Verständnis der Prozentrechnung nicht zwingend benötigen. Neue Begriffe verfremden nach Bruder sogar ein neues Problemfeld, weswegen sie für eine späte Einführung der Begriffe eintritt[29]. Wird hingegen der Weg über die Erarbeitung von Formeln gegangen, müssen die einzelnen Variablen benannt werden. Eine Einführung der Begriffe ist hier schlecht zu umgehen.

Aus den obigen Ausführungen ergibt sich für meine Einheit Folgendes.

[26] Bruder (2001) S.15
[27] Jonczyk-Buch (1997) S.24
[28] Schmidt (1999)
[29] Bruder (2001) S.16

3.1.5 Einführung in die Prozentrechnung am Beispiel Stromverbrauch

Der Einstieg in die Prozentrechnung sollte also an einem konkreten Sachbeispiel geschehen. Dieses Beispiel sollte aus der Lebenswelt der Schüler stammen und für sie verständlich sein. Es sollte sich die Notwendigkeit eines Vergleiches zwischen Verhältnissen mit verschiedenen Grundzahlen ergeben. Gleichzeitig sollte es so reichhaltig sein, dass an ihm auch noch weitere Techniken der Prozentrechnung eingeführt werden können. Den von Schober u.a. beschriebenen Weg eines die ganze Einheit *begleitenden* Beispiels halte ich für sinnvoll, denn so wäre es möglich ein konkretes Anschauungsobjekt zu haben, an dem sich die Schüler orientieren können, wenn sich Schwierigkeiten ergeben oder wenn neue Begriffe oder Techniken eingeführt werden. Dabei soll *begleitendes Beispiel* bedeuten, dass es im Verlauf der Einheit immer wieder auftaucht, aber nicht permanent nur an diesem Beispiel gerechnet wird, was wohl die Ausdauer von Siebtklässlern überfordern würde.

Ich habe mich für das Beispiel "Stromverbrauch im Haushalt" entschieden. Das Beispiel ist aus der Lebenswelt der Schüler entnommen und bietet die Möglichkeit über die Mathematik hinaus das Problembewusstsein der Schüler zu fördern. Dabei eröffnet sich auch die Möglichkeit, dass die Schüler allgemein über Stromverbrauch, sparsame Geräte, Energieverschwendung usw. diskutieren. Dies motiviert weitere mathematische Überlegungen und fördert, wie bereits gesagt, die Begriffsbildung. Das Beispiel ist facettenreich und es lassen sich verschiedene Aspekte der Prozentrechnung daran verdeutlichen. Das gilt z.B. für das Visualisieren prozentualer Anteile, den Prozentsatz als Vergleichsgröße bei unterschiedlich großen Haushalten und Veränderungen des Grundwertes bei gleichbleibendem Prozentwert. Auch lassen sich alle drei Grundaufgaben sinnvoll an dem Beispiel einführen.

Ausgehend von einer Stromrechnung sollen die Schüler in der Einheit klären, welche Geräte im Haushalt welchen Anteil am Stromverbrauch haben. Dazu bekommen einige Schüler Messgeräte mit nach Hause, mit denen sie den Stromverbrauch verschiedener Geräte ermitteln sollen. Um die Ergebnisse zusammentragen zu können, müssen die verschieden großen Haushalte, in denen die Schüler gemessen haben, vergleichbar gemacht werden. In der Diskussion um die erstellten Messergebnisse sollten die Schüler diese Notwendigkeit erkennen und als Lösung die Anteile als Prozentzahl angeben. Nachteil des Beispiels ist, dass die Schüler in das Messen des Stromverbrauchs in Kilowattstunden eingeführt werden müssen, da dies erst in Jahrgangsstufe 8 Thema des Physikunterrichts ist. Dies erfordert eine vergleichsweise lange Einstiegsphase.

Anders als Schober u.a. werde ich den Prozentbegriff schon vor dieser Diskussion einführen. Da die Schüler die Messungen selbst durchführen sollen[30] und nur vier Geräte vorhanden sind, aber möglichst viele Schüler zu Hause messen sollen und deswegen Mitte der Woche die Messgeräte an vier weitere Schüler gegeben werden, vergeht vom Beginn der Einheit bis zum Erhalt der Ergebnisse eine knappe Woche. Eine Alternative wäre gewesen, die Schüler schon vor den Herbstferien die Messungen zu Hause durchführen zu lassen. Das hätte aber bedeutet, dass die Problemstellung ebenfalls schon vor den Herbstferien hätte erfolgen müssen. Damit wäre kein vernünftiger zeitlicher Zusammenhang zwischen Problemstellung und -lösung gegeben gewesen.

Um trotzdem den Prozentbegriff im Zusammenhang mit dem einleitenden Beispiel einzuführen, sollen die Schüler, die kein Messgerät haben, den Stromverbrauch der Wohnungsbeleuchtung über die Wattangaben auf Glühbirnen und Lampen ermitteln. Mit diesen Werten soll der Anteilsaspekt des Prozentbegriffes erarbeitet werden.

Was die Einführung des Prozentbegriffes betrifft, halte ich mich an die Ausführungen von Studeny und Malle. Die Begriffsbildung sollte in der Einheit genügend Raum erhalten und auch nach der Einführung der Grundaufgaben immer wieder durch Visualisierungen gefördert werden. Die eher kurze Einführung durch Definition des Prozentzeichens und nachfolgende Umrechnungsübungen zwischen Brüchen und Prozentzahlen halte ich nicht für sinnvoll, da so m.E. tatsächlich nur ein Mechanismus eingeübt wird. Das Verständnis des Anteilsaspektes des Prozentbegriffes ist aber mindestens ebenso wichtig wie die Identität von 1% und $\frac{1}{100}$ zu kennen.

Deswegen soll die erste Woche außer zur Einführung in das Strombeispiel zur Begriffsbildung genutzt werden. Ziel soll dabei sein, dass die Schüler die von Streefland genannten Interpretationen des Prozentbegriffes - "10% von..", "$\frac{1}{10}$von..." und "einer von Zehn" - als synonym ansehen. Zusätzlich sollen die Schüler, in Anlehnung an Studenys Ansicht, dass nicht früh genug mit Visualisierung begonnen werden kann, auch schon jeweils den zugehörigen Anteil in einem Diagramm darstellen. Dieser Weg ist deshalb sinnvoll, weil die Schüler hier zum Teil an Vorwissen aus der Bruchrechnung anknüpfen können. Dort sollte der Anteilsaspekt von Brüchen ausführlich besprochen worden sein. Auch die Visualisierung dieser Anteile kennen die Schüler voraussichtlich aus dieser Einheit. So lernen die Schüler die Umrechnung zwischen Brüchen und Prozentzahlen, die Darstellung von Prozentzahlen und die Versprachlichung von prozentualen Anteilen kennen.

Für die konkrete Einführung des Begriffes Prozent soll auf Alltagswissen der Schüler zurück-

[30]siehe auch Abschnitt 4.1 S.??

gegriffen werden. Dies und auch der Rückbezug auf die Einheit Bruchrechnung ist aus lerntheoretischer Sicht sinnvoll, da neue Lerngegenstände umso leichter erlernt werden, je mehr Anknüpfungspunkte an bereits Gelerntes vorhanden sind[31].

Die Entscheidung, welcher Weg zur Berechnung der drei Grundaufgaben genommen werden soll, gestaltet sich schwieriger. Es bietet sich an, die Aufgaben durch den den Schülern bereits bekannten Dreisatz herzuleiten und dann als Formeln festzuhalten, wie bei Milke-Metzger beschrieben. Als Variation könnte, nach Studeny, die Dezimalbruchmethode zur Herleitung einer Formel für den Prozentsatz genutzt werden, während Grund- und Prozentwert mit dem Dreisatzschema berechnet werden. Es könnte stattdessen aber auch nur eine Formel hergeleitet werden und dann die anderen durch Umformung der Gleichung aufgestellt werden.

Letzterer Weg schließt sich meiner Meinung nach aus, da die Schüler noch keine Vorkenntnisse in der Termumformung besitzen. Ein kurzer Einschub zu dieser Thematik, in dem elementare Kenntnisse erarbeitet werden könnten, würde nur die leistungsstärksten erreichen. Wollte man auch die schwächeren Schüler so weit bringen, dass sie die Herleitung nachvollziehen können, müsste zu viel Zeit auf die Vorbereitung verwendet werden, die zudem von der eigentlichen Problemstellung weit wegführen würde. Ziel der Einheit soll aber sein, dass die Schüler in der Lage sind selbstständig die Rechenwege für die Grundaufgaben herleiten zu können. Dazu müssen *alle* Schüler die Herleitung verstanden haben! Würde nun aber z.B. erst die Berechnung des Prozentwertes durch den Dreisatz hergeleitet und in der Formel $P = G * \frac{p}{100}$ festgehalten werden, um dann die Berechnung des Grundwertes durch Umformen nach $G = P : \frac{p}{100} = P * \frac{100}{p}$ zu erreichen, wäre dies wohl für die Mehrheit der Klasse *nicht* nachvollziehbar. Zumal das Gleichheitszeichen von den Schülern gerade zu Beginn der Gleichungslehre eher als einseitige Zuordnung gesehen wird, womit das Vertauschen der Terme für sie eine zusätzliche Hürde darstellen würde.

Auch die Grundaufgaben jeweils durch den Dreisatz und eventuell durch die Dezimalbruchmethode beim Prozentsatz herzuleiten und dann als Formel festzuhalten, mit der im Weiteren gerechnet wird, halte ich nicht für sinnvoll. Die einmalige Herleitung mit dem Dreisatz übt diesen Weg nicht so ein, dass er von alle Schülern reproduziert werden könnte. Somit wird die Formel zu einer reinen Rechenanweisung, die nicht notwendigerweise verstanden werden muss, sondern bei der es reicht, sie auswendig zu lernen, um sie anzuwenden. Im weiteren Verlauf der Einheit würden, bei genügend Übung, vermutlich nur wenige Fehler auftreten. Werden die

[31] vgl. Hasselhorn (2001) S.47

Formeln aber nicht mehr regelmäßig benutzt, könnte es leicht zu Fehlern kommen, da sich die Schüler nicht mehr genau an sie erinnern. Dem kann man zwar entgegenwirken, indem die Regeln stärker versprachlicht werden - z.B. "Man erhält den Prozentsatz, wenn man den gegebenen Anteil durch das Ganze teilt", da hier der Abstraktionsgrad geringer ist als bei $p\% = \frac{P}{G}$. Aber auch diese versprachlichte Regel wieder herzuleiten würde den Schülern voraussichtlich schwer fallen.

Auch aus entwicklungspsychologischer Sicht ist das alleinige Anstreben von Formeln abzulehnen. Nach Piaget findet bei Schülern der 7. Klasse, also Zwölf- bis Dreizehnjährigen, noch die Entfaltung formaler Operationssysteme statt. Das heißt, dass das Rechnen mit abstrakten Zeichensystemen noch Schwierigkeiten bereitet[32]. Folgt man Kritikern Piagets[33], die eher eine bereichsspezifische Entwicklung sehen, die im mathematischen Bereich weiterentwickelten Kindern auch schon zu diesem Zeitpunkt einen sicheren Umgang mit abstrakten Zeichensystemen zuspricht, ist trotzdem im Durchschnitt der Klasse diese Fähigkeit noch nicht weit ausgeprägt. Deswegen halte ich das Dreisatzscheme als *vorherrschende* Methode für den geeigneten Ansatz den Schülern das Prozent*rechnen* beizubringen. Die einzelnen Schritte des Dreisatzes lassen sich sinnvoll visualisieren[34] und stellen damit ein anschauliches Modell dar. Der Dreisatz ist somit die für die Schüler verständlichere Methode, da die Zwischenschritte für sie jederzeit nachvollziehbar sind.

Auch die Berechnung prozentualer Änderungen lässt sich auf eine für die Schüler sehr einsichtige Weise mittels des Dreisatzschemas erreichen, indem sie auf die Berechnung eines Prozentwertes, der auch über 100% liegen kann, zurückgeführt wird.

Da allerdings spätestens in der Zinsrechnung, bei der Berechnung der Zinseszinsen, mit dem Zinsfaktor die Prozentwertformel $P = \frac{p}{100} * G$, bzw. die Formel für den erhöhten Grundwert $G_{neu} = (1 + \frac{p}{100}) * G_{alt}$, benötigt wird, um $K_n = (1 + \frac{p}{100})^n * K_0$ für die Berechnung des Kapitals nach n Jahren zu erhalten[35], kann auch nicht völlig auf Formeln verzichtet werden. Deswegen sollen in der Einheit sowohl die Dreisatzmethode als auch die Berechnung über die Formeln eingeführt werden. Die Schüler sollen bei den meisten Aufgaben selbst wählen, auf welchem Weg sie rechnen wollen. Standard soll aber, aus den genannten Gründen, die Dreisatzmethode sein. So sollen bestimmte Aufgaben explizit mit diesem Ansatz berechnet

[32] Montada (1998) S.540
[33] vgl. z.B. Sodian (1998)
[34] Siehe dazu auch Lergenmüller / Schmidt (2001) S.59
[35] mit K_0 als Startkapital und p als Zinssatz

werden. Der Ansatz ist aufgrund des zusätzlichen Zugangs zur Prozentrechnung auch im Sinne einer inneren Differenzierung, die nicht nur zwischen verschiedenen Leistungsstärken sondern auch zwischen verschiedenen Lerntypen differenzieren soll[36]. So könnte es für den einen oder anderen Schüler bei der Prozentsatzberechnung einsichtiger sein die Dezimalbruchmethode und damit die Formel zu verwenden als den Dreisatz. Wenn dem so ist, wird dieser Schüler auch eher die Dezimalbruchmethode als das Dreisatzschema für den Prozentsatz reproduzieren können.

Weiterer Vorteil des "Nebeneinanders" von Dreisatzschema und Formeln könnte die langsame Gewöhnung an die Formeln sein. So könnte bei der Berechnung des Prozentwertes das Schema: "teile den Grundwert durch 100 und nimm das Ergebnis mit dem Prozentsatz mal", den Schülern die abstrakte Formel $P = G * \frac{p}{100}$ verständlicher machen.

Die Wahlmöglichkeit der Schüler zwischen Dreisatzschema und Formel hat zur Folge, dass die Geschwindigkeit, mit der die einzelnen Schüler bestimmte Aufgaben lösen, sehr differieren wird, da die Berechnung über den Dreisatz deutlich zeitintensiver ist. Dies muss durch Zusatzaufgaben oder durch Aufgabentypen, bei denen die reine Berechnung nur einen Teil der Aufgabe darstellt[37], aufgefangen werden.

Aufgrund der Problemstellung wird als erste der drei Grundaufgaben die Berechnung des Prozentsatzes erarbeitet. Dabei sollen nun die Schüler sowohl den Weg über den Dreisatz als auch die Dezimalbruchmethode finden. Dafür bietet sich die Prozentsatzberechnung geradezu an. Denn die Dezimalbruchmethode ist leicht zu verstehen, da auch hier wieder auf den aus der Bruchrechnung oder zumindest aus der ersten Woche der Einheit bekannten Anteilsaspekt von Brüchen zurückgegriffen wird. Der Dreisatz ist von den Schülern vor den Ferien gut verstanden worden und mit dem Wissen aus der ersten Woche, dass 100% einem Ganzen entspricht und 1% einem Hundertstel davon, sollten alle Schüler in der Lage sein, bei geeigneter Auswahl der Aufgabe, den Prozentsatz zu bestimmen. Dabei zeigt sich allerdings das Problem dieses Ansatzes: um den Prozentsatz mit dem Dreisatz zu berechnen, muss bei der Aufgabenauswahl darauf geachtet werden, dass der auf eine Einheit umgerechnete Prozentwert einem möglichst schnell abbrechenden Dezimalbruch als Prozentsatz zugeordnet wird. Die Probleme, die sich bei anderen Aufgaben in diesem Zwischenschritt ergeben können[38], müssen nach der Erarbeitung mit den Schülern besprochen werden.

[36] vgl. Heymann (1991) S.64

[37] siehe dazu auch die Ausführungen über offenere Aufgaben in Abschnitt 3.2, S.15

[38] Runden beim Zwischenschritt verursacht falsche Endergebnisse; der Taschenrechner zeigt periodische Brüche nicht als solche an.

Die drei Begriffe Prozentsatz, Prozentwert und Grundwert sollen jeweils mit Einführung der jeweiligen Grundaufgabe genannt werden, so dass bei der Berechnung des Prozentsatzes noch statt Grundwert vom "Ganzen" und statt Prozentwert vom "Anteil" gesprochen wird. Durch diese gestufte Einführung der Begriffe wird die von Bruder befürchtete Verfremdung des neuen Problems durch zu viele neue Begriffe[39] vermieden. Trotzdem lernen die Schüler nach und nach die Begriffe, die später die Verständigung über Aufgaben verkürzen. Außerdem sind die Begriffe der Standard, der benötigt wird, um selbstständig in Mathebüchern den Stoff nachzuarbeiten und schon von daher unumgänglich.

Auf die Herleitung der jeweiligen Grundaufgaben folgt eine Übungsphase, in der auch die anderen - bereits eingeführten - Grundaufgaben geübt werden sollen, um den Blick der Schüler frühzeitig dafür zu schulen, nach welcher Größe gefragt ist.

Am Schluss der Einheit sollen die Schüler ein Faltblatt mit den erarbeiteten Ergebnissen erstellen. Auf dem Faltblatt sollen sowohl ein Kreisdiagramm zum Stromverbrauch im Haushalt als auch Anleitungen für die Berechnung der Grundaufgaben der Prozentrechnung dargestellt werden. Optional sollen auch noch Anleitungen für prozentuale Veränderungen geschrieben werden, das aber nur als Zusatzaufgabe für schnelle Schüler. Diese Art der Ergebnissicherung ist m.E. sinnvoll, da die Schüler so nochmal gezwungen sind sich mit den erarbeiteten Rechenwegen auseinander zu setzen und sie zu versprachlichen. Besonders Letzteres fällt Schülern der 7. Klasse noch sehr schwer, sollte aber nicht vernachlässigt werden, da selbstformulierte Inhalte besser behalten werden als rein rezipierte[40]. Um die Versprachlichung von Regeln zu üben, soll diese schon früher in der Einheit von den Schülern versucht werden. Dies bietet sich bei der Bearbeitung prozentualer Veränderungen an, da die Schüler zu diesem Zeitpunkt schon relativ sicher mit den Begriffen der Prozentrechnung umgehen können sollten. Ein Faltblatt soll außerdem für die Schüler einen befriedigenden Abschluss bilden, indem sie das in den vier Wochen Erarbeitete nochmal gebündelt und in schöner Form vorliegen haben.

Da nach der letzten Stunde der Einheit die zweite Arbeit des Halbjahres geschrieben wird, folgt noch eine reine Übungsstunde, in der Aufgaben gerechnet werden und die Schüler nochmal Fragen zu allen Themen der Einheit stellen können.

[39] Bruder (2001) S.16

[40] Die Behaltensquote von selbst Formuliertem liegt nach Fester (1996), zitiert nach Bundesarbeitsgemeinschaft der jungen Philologen (1998), S. 38, bei ca. 80% im Vergleich zu Gesehenem mit 30%, Gehörtem mit 20% und Gelesenem mit 10%

3.2 Methodische Überlegungen zur Einheit

Da sich bei der Prozentrechnung der Alltagsbezug in fast allen Bereichen anbietet und nicht, wie bei manch anderem Thema des Mathematikunterrichts, konstruiert werden müsste, sollen die Aufgaben so häufig wie möglich aus der Umwelt der Schüler stammen. Deswegen soll nach Einführung des Prozentbegriffes für die Dauer der Einheit eine ständige Hausaufgabe der Schüler sein, dass sie alle möglichen Dinge in den Unterricht mitbringen, auf denen sie Prozentangaben finden: Joghurtbecher, Zeitungsausschnitte, Werbeprospekte, Müslipackungen. Dies soll den Blick der Schüler für Prozentzahlen über den Unterricht und die übrigen Hausaufgaben hinaus schärfen. Idealerweise beschäftigen sie sich gedanklich so auch in ihrer Freizeit mit dem Thema Prozentrechnung. Die Verwendung im Unterricht von Material, das die Schüler selbst mitgebracht haben, verspricht eine höhere Motivation, da die Schüler sich als Mitgestalter des Unterrichts wahrnehmen.

Zusätzlich können die mitgebrachten Materialien als offenere Aufgaben genutzt werden, da keine konkrete Aufgabenstellung gegeben ist. Die Schüler können über die Angaben diskutieren und überlegen, was sich mathematisch überprüfen lässt. Offene Aufgaben bieten nach Blum und Wiegand[41] gute Möglichkeiten zur inner- und außerfachlichen Vernetzung und für Differenzierung in der Lerngruppe. Auch sind sie gut geeignet für die Realisierung von schüleraktivierenden Sozialformen, wie Gruppen- oder Partnerarbeit.

Letztere sollen trotz - oder gerade wegen - der in 2.1 genannten Einschränkungen in der Einheit weiter gefördert werden. So sollen die Schüler in Erarbeitungsphasen meist zu zweit und öfter in Gruppen arbeiten. Damit steigt nicht nur der Grad der Schüleraktivität, sondern auch der Zwang zur Versprachlichung der Inhalte, da sich die Schüler untereinander austauschen müssen.

Als weiterer Fundus für offenere Aufgaben soll das Buch "Die etwas andere Aufgabe - aus der Zeitung" von Herget und Scholz dienen[42]. Die darin vorgestellten Aufgaben sind Zeitungsauszüge, in denen mathematische Fehler stecken. So können die Schüler versuchen die Fehler zu entdecken, wobei sich durch den im Artikel dargestellten Sachverhalt weitere Überlegungen ergeben können. An diesen Beispielen kann, durch die Aufgabe einen Leserbrief an die Zeitung zu schreiben, wiederum die Versprachlichung mathematischer Inhalte geübt werden. In Unterrichtsgesprächen über diese Aufgaben sollen die Schüler möglichst wenig lehrergelenkt diskutieren, um das Kommunikationsverhalten, insbesondere das sich in den Gesprächsbeiträgen

[41] Blum / Wiegand (1999)
[42] Herget / Scholz (1998)

Aufeinander beziehen, zu üben. Aufgrund des Alltagsbezuges dieses Aufgabentyps haben weiterhin alle Schüler die Möglichkeit sich am Gespräch zu beteiligen.

Aus der Verwendung "realer" Aufgaben folgt, dass die wenigsten Aufgaben glatte (Zwischen-) Ergebnisse haben. Daher ist die Verwendung des Taschenrechners sinnvoll. Außerdem wäre es den Schüler nur schwer verständlich zu machen, dass der vor den Herbstferien angeschaffte, bisher aber bis auf eine kurze Einführung noch nicht verwendete Taschenrechner nicht benutzt werden darf. Es muss hier abgewägt werden zwischen dem Einüben der vier Grundrechenarten und starker Einbeziehung realer Anwendungssituationen. Soll auch Zeit sein die Anwendungsbeispiele - auch über die mathematischen Inhalte hinaus - zu diskutieren, erscheint mir die Entscheidung für den Taschenrechner sinnvoller. Trotzdem sollen die Schüler, da wo es sich anbietet, erst eine Schätzung über das Ergebnis abgeben, bevor sie nachrechnen. Dies trainiert das Überschlagsrechnen und fördert das Vorstellungsvermögen der Schüler bezüglich prozentualer Angaben. Diese Entscheidung hat zur Folge, dass auch die Verwendung des Taschenrechners besprochen werden muss. Dies bezieht sich sowohl auf die in Fußnote 38 genannten Probleme bei Zwischenergebnissen als auch auf die Prozenttaste des Taschenrechners.

3.3 Lehrabsichten

3.3.1 Kognitive Lehrabsichten

Die Schüler sollen

1. den Nutzen des Prozentbegriffes als Vergleichsmöglichkeit von Anteilen verschiedener Ganzheiten einsehen;
2. den Anteilsaspekt des Prozentbegriffes verstehen;
3. Prozentangaben, Brüche und Dezimalzahlen untereinander umrechnen können;
4. Angaben aus Balken- und Kreisdiagrammen herauslesen können;
5. Balken- und Kreisdiagramme erstellen können;
6. relative und absolute Vergleiche verstehen und die jeweiligen Vor- und Nachteile nennen können;
7. die Begriffe Prozentsatz, Prozentwert und Grundwert kennen und in einer Sachaufgabe den gegebenen Größen zuordnen können;
8. die Gleichung $1\% = \frac{1}{100}$ kennen;
9. die Zuordnungen $100\% \rightarrow$Grundwert und Prozentsatz$\rightarrow$Prozentwert kennen;
10. Die Grundaufgaben der Prozentrechnung in konkreten Anwendungszusammenhängen lösen können;

11. Prozentuale Änderungen berechnen können;
12. mathematische Inhalte, insbesondere Regeln, versprachlichen können;
13. den Taschenrechner sinnvoll zur Prozentrechnung einsetzen können.

3.3.2 Sozial-affektive Lehrabsichten

Die Schüler sollen

1. erkennen, dass die Mathematik Modelle für die Beschreibung des Alltags bietet;
2. dabei erkennen, dass die Resultate in der Wirklichkeit der Bewertung und Interpretation bedürfen;
3. lernen in Partner- und Gruppenarbeit sinnvoll zusammenzuarbeiten;
4. ihr Kommunikationsverhalten dahingehend verändern, dass sie sich in Gesprächen auf die Redebeiträge ihrer Mitschüler beziehen.

3.3.3 Psychomotorische Lehrabsicht

Die Schüler sollen

- bei der Erstellung von Diagrammen sachgerecht mit Zirkel, Lineal und Geodreieck umgehen können.

3.4 Übersicht über den geplanten Verlauf der Einheit

Stunde	Datum	Thema der Stunde	Inhalt
1./2.	15.10	Einführung in das Strombeispiel und Messen von Geräten	Lesen einer Stromrechnung; Besprechen der Begriffe Watt und Kilowattstunde; Messen des Verbrauchs einiger Haushaltsgeräte; Schätzen ihrer Anteile am gesamten Stromverbrauch
3.	17.10	Einführung des Prozentbegriffes	Zusammentragen erster Ergebnisse; Wie können Anteile dargestellt werden? Anteilsangaben durch Brüche, Diagramme, Prozentzahlen
4.	19.10	Umrechnungen zwischen Brüchen / Dezimalbrüchen / Prozentzahlen	Übung zur Umrechnung; Zusammentragen der gemessenen Ergebnisse; Besprechung der Vergleichbarkeit

5./6.	22.10	Vergleich von absoluten und relativen Angaben / Berechnung des Prozentsatzes **(UB)**	Vergleich des Verbrauchs verschiedener Kühlschränke in verschieden großen Haushalten; Begriff der absoluten und relativen Angabe; Berechnung des Prozentsatzes anhand mehrerer einfacher Aufgaben; Berechnung des prozentualen Anteils der Kühlschränke am Gesamtstromverbrauch; Bewertung der Ergebnisse
7.	24.10	Prozentsatzberechnung der gemessenen Geräte und Kreisdiagramm	Darstellungsmöglichkeiten der berechneten Anteile; Kreisdiagramm an einfachem Beispiel und an unseren Ergebnissen durchführen; Wieso sind unsere Ergebnisse in der Summe nicht 100%
8.	26.10	Berechnung des Prozentwertes und Übung Prozentwert und -satz	Welche Informationen lassen sich aus unserem Kreisdiagramm ablesen? Wozu kann das gut sein? Einführung des Prozentsatzes anhand des Stromverbrauchs eines Fernsehers in unterschiedlich großen Haushalten;Übungsaufgaben
9./10.	29.10	Übung Prozentwert und -satz / Berechnung des Grundwertes	Offene Übungsaufgabe zu Prozentwert und -satz; Veranschaulichung der Begriffe Prozentwert, -satz und Grundwert am Kreisdiagramm; Berechnung des Grundwertes anhand der Frage nach dem Gesamtstromverbrauch
11.	31.10	Übung der Grundaufgaben und Taschenrechnereinsatz bei der Prozentrechnung	Drei Grundaufgaben, die zuerst im Dreisatz gerechnet werden sollen; Rechnen mit der %-Taste des Taschenrechners; Wie kann die Rechnung des Taschenrechners aufgeschrieben werden?
12.	2.11	Prozentuale Senkung	Anhand eines Sachbeispiels Berechnung von Rabatten einführen; Bewertung des Sachbeispiels: ist die Darstellung des Rabattes sinnvoll; Schüler erstellen als Hausaufgabe eine Anleitung zur Rabattberechnung
13./14.	5.11	Prozentuale Erhöhung und Übung zur bisherigen Prozentrechnung	Zeitungsartikel über Preiserhöhungen der Bahn lesen; Fehler finden und korrigieren; Weg zur Berechnung von Preiserhöhungen besprechen;Übungsspiel: Prozentrennen
15.	7.11	Erstellen eines Faltblattes	Eben dieses
16.	9.11	Übungsstunde vor der Arbeit	Übungsaufgaben und Fragestunde

4 Durchführung und Reflexion der Einheit

Die zentralen Stunden der Einheit stellen die 3., die 6. und die 15. dar. In der dritten Stunde werden die ersten Messergebnisse zum Anlass genommen den Prozentbegriff einzuführen. In dieser Stunde soll sowohl auf Alltagswissen der Schüler als auch auf Vorwissen aus der Bruchrechnung zurückgegriffen werden. In der sechsten Stunde, die von Fach- und Schulseminarleitung besucht wurde, wird mit der Prozentsatzberechnung die erste Grundaufgabe erarbeitet. Hier wird sich zeigen, ob der Ansatz sowohl den Dreisatz als auch die Berechnung über die Formel zuzulassen funktioniert. In der fünfzehnten Stunde der Einheit sollen die Schüler das bereits besprochene Faltblatt erstellen. In dieser Stunde lassen sich mehrere Ziele der Einheit überprüfen, insbesondere die Fähigkeit die erarbeiteten Regeln zu verbalisieren.

4.1 Kurzbeschreibung der ersten und zweiten Stunde

Die erste und zweite Stunde - eine Doppelstunde - dienten hauptsächlich der Einführung in das Beispiel Stromverbrauch. Die Schüler sollten sich dazu zunächst in (m)einer Stromrechnung zurechtfinden und sammeln, was sie nicht verstehen, was danach im Unterrichtsgespräch geklärt wurde. Dabei fiel den Schülern das Lesen der recht komplizierten Rechnung leicht. Es mussten aber die Begriffe Tarif und Kilowattstunde geklärt werden. Letzterer wurde zunächst nur als Einheit für den Energieverbrauch definiert ohne genauer auf ihn einzugehen. Einige Schüler äußerten sich auch über die Höhe der Rechnung und stellten selbst die Frage, was denn da so viel verbrauche. Wenn man dies wüsste, könne man sagen, wo man sparen muss.

Danach sollten die Schüler sammeln, welche Geräte im Haushalt Strom verbrauchen und überlegen, wie wir feststellen können, welche Geräte welchen Anteil am Verbrauch haben. Das führte zu den Messgeräten. Für die Doppelstunde - und auch die ganze erste Woche der Einheit - standen vier Messgeräte der Stadtwerke zur Verfügung, die den momentanen Verbrauch eines beliebigen Gerätes in Watt anzeigen können, indem sie zwischen Steckdose und Stecker geschaltet werden. Die Schüler maßen in vier Gruppen den Verbrauch eines Föns, eines Bügeleisens, einer Schreibtischlampe und des Overheadprojektors. Anhand der Ergebnisse wurde im Unterrichtsgespräch erarbeitet, wie der momentane Verbrauch auf kWh umgerechnet werden kann. Diese Phase wurde eindeutig von den starken Schülern getragen. Ergebnis war eine Formel, mit der die Schüler anhand des Momentanverbrauchs und der geschätzten täglichen Dauer des

Verbrauchs errechnen konnten, wie viele kWh ein Gerät im Monat verbraucht. Als Arbeitsauftrag bekamen vier Schüler je ein Messgerät mit nach Hause, mit dem sie so viele Geräte wie möglich messen und in eine Tabelle eintragen sollten[43], während die übrigen Schüler anhand der Wattangabe auf Lampen den Verbrauch der Beleuchtung bei ihnen zu Hause in die Tabelle eintragen sollten.

Zum Abschluss der Stunde sollten die Schüler eine erste Schätzung darüber abgeben, welche der zuvor gemessenen Geräte welchen Anteil am Gesamtstromverbrauch haben. Alle (!) Gruppen gaben diesen Anteil in Prozent an, wobei sich nur eine Gruppe an einen Schlüsselprozentsatz (10%) hielt. Die Vorkenntnisse der Schüler schienen bereits sehr gut zu sein.

Insgesamt dauerte die Einführung in das Beispiel, wie erwartet, lange. Als sehr günstig erwies sich das Messen der einzelnen Geräte in den Gruppen, da hier die sehr theoretischen Begriffe, wie "Kilowattstunde", für die Schüler mit Bedeutung gefüllt wurden und alle an den Ergebnissen sehr interessiert waren ("Jede Wette, die Lampe verbraucht 20 Watt!").

4.2 Stunde 3: Einführung des Prozentbegriffes

4.2.1 Didaktische Überlegungen

An die Hausaufgabe anschließend soll in dieser Stunde der Prozentbegriff eingeführt werden.

Über die Ergebnisse der Messungen soll das Thema Vergleichbarkeit diskutiert werden. Ziel soll die Einsicht der Schüler sein, dass sich Vergleiche am Besten durch prozentuale Anteile darstellen lassen. Wie die ersten beiden Stunden gezeigt haben, ist ihnen die Prozentangabe als Anteilsangabe intuitiv vertraut. Das heißt aber nicht, dass sie auch den Zweck, nämlich Anteile von verschiedenen Ganzen vergleichbar zu machen, erkannt haben. Dies lässt sich gut an den Messergebnissen verdeutlichen, die alle aus verschieden großen Haushalten stammen.

Danach wird der Begriff Prozent erarbeitet. Dazu sollen verschiedene Möglichkeiten, mit denen sich Anteile darstellen lassen, gesammelt werden. So lässt sich bei der Einführung des Begriffes Prozent bereits an das Vorwissen der Schüler anknüpfen. Mit Brüchen, mit Diagrammen und mit Prozentangaben lassen sich Anteile angeben, also muss es auch Brüche, Diagramme und Prozentzahlen geben, die jeweils den gleichen Anteil darstellen. So soll schon bei der Erarbeitung auf die Synonymität dieser drei Angaben abgezielt werden. Um diese Synonymität zu

[43] Anhang A.1, Seite I

verankern, sollen die Schüler in dieser Stunde auch ein Arbeitsblatt bearbeiten, auf dem sie diese Umrechnungen explizit durchführen sollen. Problematisch dürfte dabei die Umrechnung von Brüchen in Prozentangaben sein. Deswegen gibt es auf dem Arbeitsblatt noch eine Spalte "Dezimalzahl". Da die Schüler einen Bruch in eine Dezimalzahl umwandeln können sollten und zum Zeitpunkt der Bearbeitung die Gleichheit von 1% und $\frac{1}{100}$ bekannt ist, sollte dies als Hilfestellung für die meisten Schüler ausreichen.

Von dieser Stunde an soll auch die bereits erwähnte Dauerhausaufgabe gelten, bei der die Schüler Material sammeln sollen, auf dem sie Prozentangaben finden.

4.2.2 Methodische Überlegungen

Die Stunde beginnt damit, dass ein Schüler zusammenfasst, was in der Doppelstunde am Montag erarbeitet wurde, und vor allem, was das Ziel dabei war. Dies soll nach der langen Erarbeitung des Handwerkszeugs zum Messen und Umrechnen auf Kilowattstunden den Schülern das eigentliche Ziel wieder vor Augen führen. Zielklarheit ist die Voraussetzung für gute Lernergebnisse. Ist den Schülern unklar, worum es eigentlich geht, fällt eine Beteiligung an der Erarbeitung schwer und der neue Lerninhalt steht für sie zusammenhanglos im Raum[44].

Danach sollen die Schüler, die den Verbrauch der Beleuchtung überprüft haben, ihre Ergebnisse in ein Raster an der Tafel eintragen[45]. Dann werden zwei stark differierende Ergebnisse herausgegriffen und die Schüler gefragt, warum denn bei Schüler X zu Hause das Licht so viel mehr Strom verbraucht als bei Schüler Y. Dies soll auf die Problematik der Vergleichbarkeit abzielen. Diese Frage soll im Unterrichtsgespräch besprochen werden, da hier viele verschiedene Ideen zu erwarten sind. Das Gespräch sollte dabei so wenig wie möglich lehrergelenkt sein, damit die Schüler die Chance haben, ihre Ideen gegenseitig zu überprüfen. Hier könnten die Schüler einüben sich stärker aufeinander zu beziehen als sie das bisher tun. Sind die Schüler zu der Überzeugung gekommen, dass der jeweilige Verbrauch als Anteil des gesamten Stromverbrauchs gesehen werden sollte, wird die Tabelle an der Tafel um den jeweiligen Gesamtstromverbrauch ergänzt. Der Einfachheit halber werden dazu Durchschnittswerte verwendet, die sich nach der Anzahl der Personen im Haushalt richten. Falls es die Zeit erlaubt, sollen die Schüler sich zu der Problematik dieser Vereinfachung äußern können.

[44]vgl. Bruder(2001) S.15
[45]siehe dazu auch die tabellarische Verlaufsplanung der Stunde im Anhang A.2, S.II

Um den Prozentbegriff zu erarbeiten, sollen die Schüler verschiedene Möglichkeiten nennen, mit denen sich Anteile darstellen lassen. Nach den Erfahrungen der ersten Stunde wird hier die Prozentangabe wohl genannt werden. Weiterhin sollten Brüche und Diagramme genannt und an der Tafel (als erste Zeile einer Tabelle) festgehalten werden. In einem eher lehrergelenkten Unterrichtsgespräch soll die Klasse ihnen bekannte Prozentzahlen nennen. Hier sind mindestens die Schlüsselprozentsätze 100%, 50%, 10% und unter Umständen auch 1% zu erwarten, vermutlich weit mehr. Die genannten Prozentsätze werden in die Tabelle eingetragen. Für einige sollen die Schüler die dazugehörigen Brüche nennen, die dann auch eingetragen werden. Auch mögliche Darstellungen einiger genannter Prozentangaben in verschiedenen Diagrammtypen sollen die Schüler nennen und an der Tafel skizzieren. Schließlich soll auch verbalisiert werden, welchen Anteil diese Prozentzahlen darstellen, wobei auch hier nur für einige Angaben die Tabelle ergänzt wird. In der unvollständig ausgefüllten Tabelle sollte auf jeden Fall die Zeile zu 1% vollständig ausgefüllt sein und farbig markiert werden, damit die Interpretation des Prozentzeichens als $\frac{1}{100}$ deutlich wird. Im Gegensatz zu einer reinen Einführung des Prozentbegriffes durch den Lehrer, haben hier die Schüler die Möglichkeit ihr Vorwissen einzubringen und zu präzisieren.

Die Schüler sollen dann die Tabelle in ihr Heft übernehmen und als erste Übung vollständig ausfüllen. Nach dem Ausfüllen gibt es einen kurzen mündlichen Vergleich der Ergebnisse, bei dem die Schüler den Tafelanschrieb vervollständigen. Weitere Übung bietet das Arbeitsblatt "Umrechnungen I"[46], auf dem die Schüler in Einzelarbeit auf verschiedene Weise dargestellte Anteile in andere Darstellungsweisen umrechnen sollen, das den Schülern auch als Hausaufgabe mitgegeben werden kann, falls die Zeit zum Stundenende hin knapp wird.

Lehrziele der Stunde sind:

Die Schüler sollen

1. Prozentangaben als Mittel des Vergleichs von Anteilen verschiedener Ganzheiten kennen;
2. 1% als andere Schreibweise von $\frac{1}{100}$ kennen;
3. Brüche, Prozentzahlen und Diagramme als Darstellungen von Anteilen kennen und ineinander umrechnen können;
4. sich im Unterrichtsgespräch auf die Äußerungen der anderen Schüler beziehen.

[46] Anhang A.3, Seite III

4.2.3 Verlauf und Analyse

Bei der Durchführung der Stunde ergab sich zunächst ein technisches Problem. Aufgrund einer Erkrankung wurde die Stunde vom Mittwoch auf den Dienstag vorgezogen. Da dies nicht allen Schülern bekannt war, hatte nur etwa die Hälfte der Klasse ihre Mathematikhefte mit und ihre Hausaufgaben gemacht.

Dies war vor allem für den Beginn der Stunde hinderlich. Nach der Planung hätten nur die vier Schüler, die die Messgeräte mit nach Hause genommen hatten, keine Ergebnisse für die Beleuchtung gehabt. So hatte nun ein Großteil der Klasse keine eigenen Ergebnisse, so dass in der Phase, in der die einzelnen Ergebnisse der Lichtquellen zusammengerechnet werden mussten und das Gesamtergebnis an die Tafel geschrieben wurde, diese Schüler nichts zu tun hatten. Deswegen war der Beginn der Stunde etwas chaotisch. Die Zusammenfassung der Ergebnisse der letzten Stunde ließ die Befürchtung, dass das Ziel der gestrigen Stunde unklar geblieben war, aber unbegründet erscheinen, da genau dieses Ziel als erstes von einer Schülerin genannt wurde und sie die Messungen als davon abgeleitet darstellte.

Die Diskussion über den Vergleich der Ergebnisse war sehr fruchtbar, da Alena (in einem 5-Personen Haushalt) 189,36 kWh für den monatlichen Stromverbrauch des Lichtes gemessen hatte und Patrick (in einem 3-Personen Haushalt) 55,8 kWh. Die Einstiegsfrage wurde sogar überflüssig als Max, nachdem alle Ergebnisse eingetragen waren, in die Klasse rief, bei Alena würde ja wohl Strom verschwendet. Er wurde schnell von den anderen Schülern korrigiert, da man ja auch gucken müsste, wie groß eine Wohnung sei oder wie viele Menschen da lebten. Die Schülerbeteiligung war sehr hoch und es wurde stärker aufeinander eingegangen als sonst.Das Gespräch ging wie erwartet zunächst nicht in Richtung Anteils- oder Prozentangabe, um die Angaben vergleichbar zu machen. Stattdessen schlug Andreas vor, nur die Ergebnisse miteinander zu vergleichen, bei denen die Wohnungsgröße oder die Anzahl der Personen im Haushalt etwa gleich seien. Da dies aber nur auf sehr wenige Angaben zutraf[47], schlug Niklas dann explizit vor "...das Licht in Prozent von der gesamten Stromrechnung aus[zu]rechnen."

Da niemand widersprach - allerdings leider auch niemand die Frage stellte, wie man das denn macht - hakte ich hier ein und kam zum zweiten, lehrergelenkten, Teil des Unterrichtsgespräches. Dabei nannten die Schüler durchaus Prozentzahlen, die nicht zu den Schlüsselprozentsätzen gezählt werden können, wie 99%. Dass auch Brüche Anteile darstellen können wurde erst nach

[47]Hier wurde die geringe Anzahl an Ergebnissen zum Vorteil.

einiger Hilfe genannt. Die Umrechnung der genannten Schlüsselprozentsätze (50%, 25% und 1%) in Brüche machte keine Schwierigkeiten und danach ließen sich auch die anderen genannten Prozentangaben umrechnen. Wobei sich hier erfreulicherweise auch Schüler beteiligten, die sonst eher zu den schwächeren gezählt werden müssen. Die skizzenhafte Darstellung als Balken- und Kreisdiagramm fiel allerdings eindeutig den stärkeren Schülern leichter, die offensichtlich bereits eine anschaulichere Vorstellung des Prozentbegriffes hatten. Bei der Ergebniskontrolle kamen hierbei die meisten Fehler zu Tage. Schwierigkeiten gab es auch bei der Versprachlichung von Nicht-Schlüsselprozentsätzen. Die Angabe "99 von Hundert" für 99% war für die Schüler zwar einsichtig, aber die anderen Prozentsätze selbst in eine verbalisierte Form umzuwandeln fiel den meisten Schülern schwer. Wobei sie größtenteils richtige Antworten gaben, aber sehr unsicher waren, ob diese Antworten korrekt seien. Daran zeigt sich m.E. der nicht fertig ausgebildete Prozentbegriff.

Das Arbeitsblatt konnte in der Stunde nur noch angefangen werden, beim Herumgehen zeigte sich aber, dass die Umrechnung von Brüchen in Prozentzahlen trotz der Hilfe durch Dezimalzahlen fast allen Schülern weiterhin Schwierigkeiten bereitete. Deswegen kann das Lehrziel 3 nur teilweise als erreicht angesehen werden und es muss in der folgenden Stunde besonders dieser Aspekt besprochen und geübt werden. Die drei anderen Lehrziele scheinen erreicht, wenn auch noch nicht so fest verankert, dass die Begriffsbildung als abgeschlossen bezeichnet werden kann. Die Synonymität der verschiedenen Anteilsangaben, aber auch der Zweck der Prozentrechnung als Mittel des relativen Vergleichs, muss in den folgenden Stunden weiter thematisiert und an Beispielen verdeutlicht werden.

4.3 Kurzbeschreibung der vierten und fünften Stunde

In der *vierten Stunde* wurden zum einen die Ergebnisse und Probleme mit dem Arbeitsblatt besprochen, wobei insbesondere die Umrechnung von Brüchen in Dezimalzahlen als Zwischenschritt zur Umrechnung in Prozentzahlen thematisiert wurde, was auch eine Vertiefung der Gleichheit von $1\% = \frac{1}{100} = 0,01$ darstellte. Auch diesmal bekamen die Schüler ein Arbeitsblatt, auf dem sie verschiedene Anteilsangaben in andere umrechnen sollten, wobei eine Spalte für versprachlichte Anteile dazukam. Bei der Bearbeitung traten keine größeren Probleme auf. Außerdem wurden in der Stunde die Messergebnisse von den Schülern, die ein Messgerät hatten, an der Tafel zusammengetragen. Problematisch an der Zusammenstellung war, dass die Schüler bei mehreren Geräten Fehler beim Umrechnen in kWh/Monat gemacht hatten. Diese mussten im Plenum korrigiert werden, so dass nur wenig Zeit blieb, um die Vergleichbarkeit der Daten zu besprechen, die, im Vergleich zum Lichtverbrauch, nicht so offensichtlich war, da die Schüler fast ausschließlich unterschiedliche Geräte gemessen hatten. So musste die geplante Schätzung der Anteile aus Zeitgründen leider entfallen.

Ziel der *fünften Stunde*, die die erste Stunde einer Doppelstunde war, war es, den Unterschied zwischen absoluten und relativen Vergleichen zu verdeutlichen und an einem Beispiel die Erarbeitung eines Rechenweges zur Ermittlung von Prozentsätzen zu motivieren. Dazu bekamen die Schüler die Angabe des monatlichen Verbrauchs von vier Kühlschränken, den jeweiligen Gesamtstromverbrauch des Haushalts pro Monat und die Anzahl der Personen, die im jeweiligen Haushalt leben.

Anzahl der Personen im Haushalt	1	2	5	2
Gesamtstromverbrauch des Haushalts pro Monat	128 kWh	210 kWh	398 kWh	244 kWh
Verbrauch des Kühlschranks pro Monat	25,6 kWh	31,5 kWh	39,8 kWh	48,8 kWh

Einzige Frage an die Schüler war, welcher Kühlschrank der sparsamste sei. Die Schüler versuchten zunächst in Partnerarbeit die Aufgabe zu lösen. Im anschließenden Unterrichtsgespräch, das wiederum kaum lehrergelenkt war, entschieden sich die Meisten Schüler für den Kühlschrank, der absolut am wenigsten Strom verbrauchte. Einige wenige waren jedoch der Meinung, dass man ja auch gucken müsste, wie viel Strom der Haushalt insgesamt verbraucht. An dieser Stelle wurden von mir die Bezeichnungen relative und absolute Angabe eingeführt und von den Schülern im Heft festgehalten.

Die Schüler sollten ein weiteres Mal in Partnerarbeit überlegen, welchen Kühlschrank sie jetzt, mit dem Wissen um die Unterscheidung zwischen absoluten und relativen Vergleichen, für den sparsamsten hielten. Dabei waren schon verschiedene - z.T. erfolgreiche - Ansätze zur Berechnung des Prozentsatzes zu beobachten. Beim Zusammentragen war jedoch weiterhin ein Großteil der Klasse für den Kühlschrank mit dem absolut geringsten Verbrauch, allerdings argumentierten sie jetzt so, dass dieser Kühlschrank sicher auch für die größeren Haushalte reichen würde, diese müssten sich eben einschränken. Genau an dieser Stelle zeigte sich der Vorteil von Sachbeispielen, die nicht immer eine eindeutige Lösung bieten. Die Schüler stritten um ihre jeweiligen Ansätze, begründeten ihre Standpunkte und bezogen sich überwiegend auf ihre Mitschüler. Die Motivation für eine genauere Prüfung im Sinne einer Prozentangabe des monatlichen Stromverbrauchs der Kühlschränke war erreicht. So kamen in der Pause vor der nächsten Stunde mehrere Schüler zu mir mit der brennenden Frage, welches denn nun die richtige Antwort sei.

4.4 Stunde 6: Berechnung des Prozentsatzes (UB)

4.4.1 Didaktische Überlegungen

Die Berechnung des Prozentsatzes stellt eine zentrale Stunde in der Einheit dar, da sie Voraussetzung zum Erreichen des Zieles "Anteile einzelner Geräte am Stromverbrauch auszurechnen und darzustellen" ist. Auch wird sich an dieser Stunde zeigen, ob die Schüler tatsächlich zwei Wege zur Berechnung formulieren und welcher der Wege präferiert wird.

An die erste Stunde anschließend soll die Berechnung des Prozentsatzes als mathematisches Modell zur Ermittlung des sparsamsten Kühlschranks auch problematisiert werden. Die Schüler können dabei lernen, dass auch korrekte mathematische Ergebnisse interpretationsbedürftig sind. Die Stunde beginnt allerdings mit vier einfacheren Aufgaben, die bereits einen Anteil in der den Schülern bekannten versprachlichten Form angeben, wie z.B. "Unter 16 gefangenen Fischen befanden sich 7 Barsche". Die Kühlschrankaufgabe wird erst noch wieder hintangestellt, um nicht durch die verschiedenen Interpretationsmöglichkeiten dieser Aufgabe den Blick auf die Erarbeitung eines Rechenweges zu verstellen.

4.4.2 Methodische Überlegungen

Die Stunde beginnt mit dem Auflegen der Folie "Anteile"[48], auf der verschiedene Anteile in absoluten Zahlen dargestellt sind. Um die Schüler miteinzubeziehen, wird die Folie noch durch die Anzahl der Schüler, die ein Haustier besitzen, und die Gesamtschülerzahl ergänzt.

Diese Einstiegsaufgabe soll die Schüler nach der bereits längeren Behandlung des Stromrechnungs- und Kühlschrankbeispiels neu motivieren. Trotzdem wird in einem kurzen Lehrervortrag der Bezug zur bisherigen Einheit hergestellt und als Ziel für diese Stunde nochmal formuliert, dass eine Regel zur Berechnung prozentualer Anteile gefunden werden soll. Damit wird den Schülern eine Richtung vorgegeben, in die sie bei der folgenden Erarbeitungsphase steuern sollen, und soll das Erreichen dieses Ziels von vornherein akzentuiert werden[49].

[48] siehe Anhang A.5, Seite V

[49] vgl. Bruder, Regina (2001) S.15

In der folgenden Partnerarbeit sollen die Schüler probieren Wege zu finden, um zu den gegebenen Beispielen die Prozentsätze anzugeben. In dieser Phase soll noch einmal jeder Schüler angehalten sein sich mit der Umrechnung von absoluten in relative Angaben auseinanderzusetzen. Im Idealfall sollte dies die Aufmerksamkeit und das Verständnis bei der Besprechung der Ergebnisse erhöhen. Um die Schüler nicht alle Angaben von der Folie abschreiben zu lassen (und einige Schüler das Bild des Overheadprojektors schlecht sehen können), bekommen sie die Angaben nochmal auf einem Arbeitsblatt.

Im Unterrichtsgespräch soll im Anschluss geklärt werden, welche Wege die Schüler gefunden haben und überprüft werden, welche Wege mathematisch korrekt sind. Sollten mehrere korrekte Wege gefunden worden sein, sollen sie gleichwertig nebeneinander an die Tafel geschrieben werden, damit die Schüler den Weg wählen können, den sie verstanden haben und somit auch reproduzieren könnten.

Um eine erste Übung zu haben, bei der die Schüler das Gefühl haben, dass es sinnvoll war die Regel zu erarbeiten, sollen sie in Einzelarbeit die Anteile der Kühlschränke am jeweiligen Stromverbrauch aus der Aufgabe der vorigen Stunde berechnen bzw. überprüfen. Hier könnten sich noch vorhandene Probleme zeigen, die in der folgenden Besprechung der Ergebnisse thematisiert werden können. Die Aufgabe steht von der vorherigen Stunde noch an der Tafel, die nur aufgeklappt werden muss.

Nach dem Zusammentragen der Ergebnisse - und der Besprechung eventueller Probleme - sollen die Schüler nun sagen, welchen Kühlschrank sie jetzt (nachdem der prozentuale Stromverbrauch bekannt ist) für den sparsamsten halten. Dabei soll deutlich werden, dass es weiterhin kein eindeutig richtiges Ergebnis gibt, sondern man zusätzlich zur Anwendung der Mathematik Überlegungen anstellen muss.

Falls dann noch Zeit übrig bleibt, bekommen die Schüler das Arbeitsblatt "Geräte"[50], auf dem der von den Schülern gemessene Stromverbrauch verschiedener Geräte und der Gesamtstromverbrauch angegeben ist. Dies dient als weitere Übung und als Vorbereitung der nächsten Stunde, in der diese Anteile in einem Diagramm dargestellt werden sollen. Da es sich um insgesamt 11 Geräte handelt, sollen die zu berechnenden Geräte unter den Schülern in drei Gruppen aufgeteilt werden. Auch wenn diese Aufgabe nur noch als Hausaufgabe in Frage kommt[51].

[50] Anhang A.6, S.VI, da die Schüler viele "exotische" Geräte gemessen hatten, die nicht in jedem Haushalt zu finden sind, wurden die Ergebnisse durch eigene Messungen ergänzt.

[51] siehe auch tabellarischer Stundenverlauf im Anhang A.4, S.IV

Lehrziele der Stunde sind:

Die Schüler sollen

1. den Prozentsatz aus Grundwert und Prozentwert berechnen können;
2. einen der Rechenwege herleiten können;
3. den Begriff Prozentsatz richtig verwenden können;
4. mathematische Sachverhalte verbalisieren können;
5. die Interpretationsbedürftigkeit mathematisch korrekter Ergebnisse einsehen.

4.4.3 Verlauf und Analyse

Die Stunde verlief größtenteils wie geplant. Die Schüler kamen mit den vereinfachten Aufgaben überwiegend gut klar, wobei sich beim Herumgehen während dieser Phase zeigte, dass die meisten Schüler den Weg über den Dreisatz versuchten. Die leistungsstärkeren Schüler stellten dagegen die jeweiligen Anteile als Bruch dar und rechneten dann über den eingeübten Zwischenschritt Dezimalzahl den Prozentsatz aus. Dies zeigte m.E. die bei diesen Schülern bereits erreichte Sicherheit im Umgang mit dem Prozentbegriff, während sich die anderen Schüler auf die ihnen eher einsichtige Zuordnung *100%⟶ein Ganzes* zurückzogen. Ein weiterer Weg wurde von Max H. und Julian entdeckt, die unter Verwendung der Prozenttaste auf dem Taschenrechner ebenfalls auf das richtige Ergebnis kamen. Dieser Weg wurde aber nicht zu den beiden anderen an die Tafel geschrieben, denn er ist mathematisch anspruchsvoll - die Eingabe 7/16% interpretiert der Taschenrechner als $\frac{7}{16\frac{1}{100}}$ - und eine Besprechung hätte den Rahmen der Stunde gesprengt. Es ist anzunehmen, dass die beiden Schüler durch Ausprobieren auf diesen Weg gekommen sind und ihn nicht hätten erklären können. Trotzdem entschied ich mich nicht dafür die Behandlung der Prozenttaste des Taschenrechners im Verlauf der Einheit vorzuziehen, da die Schüler zunächst ohne diesen Weg auskommen sollten. Eine verfrühte Behandlung hätte möglicherweise eine unreflektierte Verwendung zur Folge gehabt und somit dem Verstehen im Weg gestanden. Weiterhin werden zum geplanten Zeitpunkt auch die Rechenwege für Prozentwert und Grundwert erarbeitet sein und es können auch hierfür die Rechenwege des Taschenrechners untersucht werden.

Die Übung des Erarbeiteten an der Kühlschrankaufgabe funktionierte sehr gut und wurde von den Schülern eher als Anwendung des Erarbeiteten auf das eigentliche Problem angesehen, da die Motivation zur Lösung der Kühlschrankaufgabe weiterhin sehr groß war. Dies zeigte sich im Unterrichtsgespräch über die Ergebnisse. Nun ließen sich relative und absolute Angaben direkt vergleichen. Die Schüler begründeten ihre Entscheidungen mit weiteren Argumenten und entschieden sich keinesfalls alle für dasselbe Modell. Dies zeigt, dass das fünfte Lehrziel, die Interpretationsbedürftigkeit der Ergebnisse, erreicht ist.

Der Begriff Prozentsatz ist in der Stunde vermutlich zu selten genannt worden, als dass er bei den Schülern schon fest verankert wäre. Sinnvoll wäre eine weitere Beschriftung der Tabelle mit den Kühlschränken gewesen, die die letzte Zeile als Prozentsatz angibt.

Für die Berechnung der Anteile der gemessenen Geräte am Stromverbrauch war am Schluss der Stunde noch so viel Zeit, dass die Schüler weit mehr als nur drei Geräte bearbeiten konnten. Hierbei zeigte sich aber ein weiterer Punkt, der in der Planung hätte bedacht werden müssen. Die Schüler hätten explizit dazu aufgefordert werden müssen, für jede Rechnung den kompletten Rechenweg aufzuschreiben, um sich die Rechnung zu verdeutlichen und später im Heft möglichst viele Beispielrechnungen zu haben, auf die bei Unsicherheiten zurückgegriffen werden kann. Die Lehrziele 1 und 2 sind m.E. erfüllt, müssen aber natürlich im weiteren Verlauf gefestigt werden.

4.5 Kurzbeschreibung der siebten bis vierzehnten Stunde

In der *siebten Stunde* wurde anhand einer Aufgabe von Herget/Scholz die Berechnung des Prozentsatzes geübt. Die "Norderney-Aufgabe"[52] wurde von den Schülern gut angenommen und wieder war eine Lenkung des Gesprächs kaum nötig und die Motivation der Schüler sehr hoch. Der Prozentsatz wurde an der Tafel auf beiden bekannten Wegen berechnet, was den Schülern keine Schwierigkeiten bereitete. Im Folgenden wurde - nachdem die Schüler in der ersten Woche bereits Anteile in schon unterteilte Kreisdiagramme gezeichnet hatten[53] - erarbeitet, wie sich Kreisdiagramme erstellen lassen, was bereits eine leichte Vorübung für die Berechnung des Prozentwertes darstellte, da eine Zuordnung $1\% \longrightarrow 3,6^\circ$ hergeleitet wurde. Motiviert wurde das Kreisdiagramm durch das Vorhaben die gemessenen und berechneten Anteile auf einem Faltblatt darzustellen. Als Hausaufgabe erstellten die Schüler dieses Kreisdiagramm.

Die Berechnung des Prozentwertes in der *achten Stunde* war vom Ansatz vergleichbar mit der Erarbeitung eines Rechenweges für den Prozentsatz. Ausgehend von unseren Messergebnissen wurde überlegt, wie wir jetzt für die Familien der Schüler errechnen können, wie viel Strom der Fernseher verbraucht und wie viel das pro Monat kostet. Da aber auch hier wieder das

[52] Herget/Scholz (1998) S.17
[53] siehe Anhang A.3, S.III

Ergebnis interpretationsbedürftig ist (läuft in einem Zwei-Personen-Haushalt der Fernseher doppelt so lange wie in einem Ein-Personen-Haushalt?), wurde zuerst eine eindeutigere Aufgabe, die auf einem von den Schülern mitgebrachten Zeitungsartikel basierte, als Beispiel genommen[54]. Wieder wurden beide Wege von den Schülern erarbeitet, wobei auch diesmal der Dreisatz vorherrschte, allerdings mehr Schüler einen zweiten Weg suchten. In der Anwendung auf das Ausgangsbeispiel gab es bei der Berechnung des Prozentwertes keine Probleme, dafür aber bei der Umrechnung in die monatlichen Kosten erhebliche Schwierigkeiten. Deswegen musste das Übungsblatt zu Prozentsatz und -wert in die nächste Stunde verschoben werden.

Die *neunte und zehnte Stunde* begann somit mit dem Übungsblatt[55]. Einige Schüler, die bisher mit dem Dreisatz gerechnet hatten, versuchten die effizientere Methode, die Formel $p = \frac{P}{G}$, anzuwenden, bekamen aber Schwierigkeiten, da sie z.T. die Buchstaben vertauschten, und kehrten daraufhin wieder zum Dreisatzschema zurück, mit dem sie problemlos zurechtkamen. Die schnelleren Schüler konnten dann bei der dritten Aufgabe die Mehrwertsteuer aller Waren berechnen.

Anhand des von den Schülern zu Hause erstellten Kreisdiagramms wurden die bisher bekannten Begriffe Prozentwert und Prozentsatz nochmal besprochen. Hier konnte die in der siebten Stunde aus Zeitgründen entfallene Frage geklärt werden, warum ein Teil des Kreisdiagramms unbeschriftet ist, also die Summe der Prozentsätze nicht Hundert ergibt. Ein Schüler (Benjamin) erkannte auch, dass wir noch keinen Rechenweg haben "das Ganze auszurechnen". Dieser wurde dann anhand von drei Aufgaben ermittelt, die auf von Schülern mitgebrachtem Material basierten. Auch diesmal gab es nur wenige Probleme. Die abschließende Übung, in der sich die Schüler gegenseitig Aufgaben zur Grundwertberechnung stellen und anschließend korrigieren sollten, musste aus Zeitgründen entfallen.

Die *elfte Stunde* wurde gleichsam zur Übung wie zur Behandlung der Prozenttaste des Taschenrechners genutzt. Dazu bekamen die Schüler drei Aufgaben, eine Prozentwert-, eine Prozentsatz- und eine Grundwertaufgabe[56]. Diese Aufgaben sollten einmal mit dem Dreisatz und einmal mit der Prozenttaste des Taschenrechners gelöst werden. Beide Wege sollten in einer Tabelle an der Tafel festgehalten und schließlich überlegt werden, was der Taschenrechner im letzten Fall rechnet. Die Stunde stellte eine gute Wiederholung des bisher Erarbeiteten dar. Die Schüler waren für eine sechste Stunde gut motiviert und freuten sich die Prozenttaste des Taschen-

[54] Anhang S.VII
[55] Anhang A.8, S.VII
[56] Anhang A.9, S.VIII

rechners verwenden zu können ("Cool!") Als problematisch erwies sich leider die *Erklärung* des Rechenschemas des Taschenrechners, da vier der leistungsstärksten Schüler (Patrick, Max H., Julian, Niklas) fehlten. Es ergab sich keine Diskussion unter den Schülern, so dass dieser Teil sehr viel stärker von mir gelenkt werden musste als geplant. Ob alle Schüler verstanden haben, was hinter der Rechnung des Taschenrechners steckt, muss bezweifelt werden.

In der *zwölften Stunde* sollten die Schüler an einem Beispiel prozentuale Senkungen berechnen und dazu als Hausaufgabe eine Regel in Form einer Anleitung formulieren. Als Beispiel hatte ich wieder einen Zeitungsartikel, den ein Schüler mitgebracht hatte, gewählt[57]. Darin ging es um das neue Preissystem der Bahn, nach dem man durch unterschiedliche Voraussetzungen prozentuale Ermäßigungen auf den Grundpreis bekommt. So wurden durch das Beispiel auch Senkungen von bereits gesenkten Grundwerten thematisiert. Insgesamt verlief die Stunde eher schleppend, was sicher auch am Termin (Freitag 6.Stunde) lag. Die Einstiegsaufgabe "Wie viel Prozent des Grundpreises spart jemand, der eine BahnCard hat und 7 Tage vor Reisebeginn bucht?" war möglicherweise zu komplex. Die erste Senkung bereitete den meisten keine Schwierigkeiten, die zweite hingegen vielen. Hier waren es wieder die leistungsstarken, die die Lösung richtig berechneten und dann den anderen auch gut erklären konnten, was ihnen sonst schwer fällt. Die anschließende Übungsaufgabe, in der Rabatte in einer Zeitungsanzeige errechnet werden sollten, fiel dann allen Schülern leicht. Daher halte ich den Einstieg mit der komplexen Aufgabe weiterhin für richtig, da er alle forderte, wenn auch nur wenige das korrekte Endergebnis heraus bekamen. Die Hausaufgabe sollte zum einen als Ergebnissicherung dieser Stunde dienen und zum anderen Vorbereitung des Faltblattes sein.

Die Auswertung der Hausaufgabe zu Beginn der *dreizehnten Stunde* ergab, dass die Verschriftlichung einer solchen Anleitung den Schülern noch Probleme macht. Es waren allerdings kaum falsche Regeln dabei, eher unvollständige oder nicht allgemein formulierte - was aber wohl auch nicht von allen Schülern einer 7. Klasse erwartet werden kann. Die Schüler waren überwiegend auch sehr begierig ihre Ergebnisse vorzutragen. Anscheinend hatten sie viel (Denk-)Arbeit in die Aufgabe gesteckt. Eine der Regeln wurde als Ergebnis für alle an der Tafel festgehalten und abgeschrieben. Zur Übung überprüften die Schüler eine Zeitungsanzeige, in der ein Grundpreis, der gesenkte Preis und die angebliche Senkung in Prozent angegeben waren. Die beiden möglichen Wege, Berechnung des Prozentwertes und Vergleich mit der Preissenkung als auch Berechnung des Prozentsatzes und Vergleich mit dem angegebenen Prozentsatz, wurden von

[57] siehe Anhang A.10, S.IX

den Schülern genutzt.

Danach bekamen die Schüler eine weitere Aufgabe aus Herget/Scholz, in der erhöhte Eintrittspreise Thema eines Zeitungsartikels sind[58]. Die Schüler sollten die Fehler im Artikel finden. Dazu mussten sie die genannten prozentualen Erhöhungen überprüfen, was ohne Schwierigkeiten zu einer - wieder von den Schülern formulierten - Anleitung an der Tafel für prozentuale Erhöhung führte. Die Besprechung der Formulierung reichte in die *vierzehnte Stunde* hinein. Der Rest der Stunde wurde zum spielerischen Üben des bisher Erlernten genutzt. Dazu bekamen je zwei Schüler 20 beidseitig bedruckte Karten[59], die auf ihrer Vorderseite je eine Aufgabe und auf ihrer Rückseite je eine Lösung hatten, die zu der Aufgabe einer anderen Karte gehört. War eine Lösung errechnet und die passende Karte gefunden, musste die Aufgabe auf der Vorderseite der Lösungskarte bearbeitet werden. Allerdings waren auch zehn falsche Lösungen dabei, die nicht weiter führten. Die Schüler zeigten sich hoch motiviert. Am Ende der Stunde, vier Paare hatten zu diesem Zeitpunkt das Spiel gelöst, wurden die richtigen Ergebnisse von Schülern vorgestellt und an der Tafel festgehalten, wie viele Schüler jeweils bis zu welcher Karte gekommen sind. Als Hausaufgabe sollte dazu ein Kreisdiagramm erstellt werden.

4.6 Stunde 15: Erstellen eines Faltblattes

4.6.1 Didaktische Überlegungen

Da dies die vorletzte Stunde vor der Arbeit ist, soll eine umfassende Ergebnissicherung der Einheit betrieben werden, die die Schüler fordert und ihnen gleichzeitig Spaß macht. Dazu bekommen die Schüler drei Aufgaben, in denen je eine der drei Grundgrößen berechnet werden muss. Dies wiederholt nochmal die elementaren Operationen und ruft die Vorgehensweise ins Gedächtnis. Im Anschluss soll ein Faltblatt erstellt werden, auf das die Schüler Anleitungen für die drei Berechnungen schreiben. Die Auseinandersetzung mit der Versprachlichung bzw. Verschriftlichung der Regeln vertieft deren Verständnis. Dahinter steht die Annahme, dass Schüler, die einen Zusammenhang nicht nur anwenden sondern auch erklären können, ihn vollständig verstanden haben. Die Einstiegsaufgaben können und sollen dabei als Beispiele dienen. Wie die letzten beiden Stunden gezeigt haben, fällt den Schülern die Erklärung an einem Beispiel deutlich leichter als eine allgemeine. Deswegen sollen alle Schüler das jeweilige Beispiel in ih-

[58]Herget/Scholz (1998) S.28

[59]Anhang A.11, S.X folgende.

re Anleitung miteinbeziehen. Entweder soll das Vorgehen am Beispiel erklärt oder nach einer allgemeineren Anleitung vorgerechnet werden.

Besonders bei der schwierigen Aufgabe der Verschriftlichung muss den verschiedenen Lerntypen entgegengekommen werden. Deswegen bleibt es hier wieder den Schülern überlassen, welchen Ansatz - Dreisatz oder Formel - sie darstellen wollen. Die häufige Behandlung von divergenten Sachaufgaben, an denen das eigene Vorgehen erklärt werden musste, sollte eine gewisse Vorübung für das Schreiben der Anleitungen sein.

Das den Anteil am Stromverbrauch einzelner Geräte darstellende Kreisdiagramm soll entgegen der ursprünglichen Planung nicht von den Schülern auf das Faltblatt gezeichnet werden. Zum einen wäre dies eine reine Wiederholung, da die Schüler dieses Diagramm ja bereits gezeichnet haben. Zum anderen würde die Anfertigung viel Zeit benötigen, die nicht zur Verfügung steht. Weiterhin würde die Zeichnung eines Kreisdiagramms auf das Faltblatt, wegen dessen geringer Größe, von den Schülern extreme Genauigkeit verlangen. Da die Ergebnisse aus den Messungen aber auch nicht weggelassen werden sollen, ist die Zusammenfassung der Untersuchungen bereits auf einer Seite abgebildet.

Nachdem in den letzten Stunden das Strombeispiel mehr in den Hintergrund getreten war, sind die Beispielaufgaben wieder aus dem Bereich des Stromverbrauchs. Dadurch, dass an den Beginn der Einheit erinnert wird, soll den Schülern noch einmal klar werden, wozu wir die Prozentrechnung eingeführt haben und ein runder Abschluss gegeben werden.

Ein Problem stellt die Überprüfung der Ergebnisse dar. Um zu verhindern, dass die Schüler eine falsche Regel aufschreiben, die sie dann für die Arbeit lernen, müssen die Faltblätter in der folgenden Stunde korrigiert werden. Weil in der sechzehnten Stunde der Einheit die Schüler den Großteil der Stunde noch einmal nutzen sollen, um verschiedene Übungsaufgaben zu rechnen, bietet sich die Kontrolle hier an. Dies gibt mir auch nochmal eine Rückmeldung über den erreichten Lernstand der Schüler.

4.6.2 Methodische Überlegungen

Da diese Stunde in der sechsten Stunde stattfindet, müssen die Schüler motiviert werden, etwas geistig stark Forderndes, wie die Erstellung mehrerer Anleitungen, zu leisten. Deswegen sind die vorbereiteten Faltblätter bereits teilweise gestaltet. Das Deckblatt, die Überschriften der einzelnen Seiten, wie auch die erwähnte Zusammenfassung, sind schon vorhanden[60]. Die Faltblätter haben verschiedene Farben, um auch ästhetisch ansprechend zu sein. Im Idealfall hält dies die Schüler dazu an, ihre Anleitungen ebenfalls schön gestaltet zu Papier zu bringen.

Die Erstellung der Faltblätter soll in Einzelarbeit geleistet werden, da sonst das Ziel der individuellen Auseinandersetzung mit den Grundaufgaben nicht zwingend erreicht würde. Deswegen findet auch die Berechnung der drei Aufgaben zu Beginn der Stunde in Einzelarbeit statt, da diese ja gerade auf die Formulierung der Anleitungen vorbereiten soll. Sollten einige Schüler bereits in der Stunde mit den drei Anleitungen fertig werden, sollen sie die noch leere Seite des Faltblattes für eine Anleitung zur Berechnung prozentualer Änderungen verwenden[61].

Lehrziele der Stunde sind:

Die Schüler sollen

1. das Verschriftlichen mathematischer Regeln üben;
2. die drei Grundaufgaben der Prozentrechnung lösen können;
3. ihr Verständnis für die Grundaufgaben der Prozentrechnung vertiefen.

4.6.3 Verlauf und Analyse

Das Errechnen der Lösungen zu Beginn der Stunde ging sehr schnell vor sich, so dass die Schüler, nach meiner kurzen Einleitung zu den Faltblättern, um 12^{40} Uhr mit dem Schreiben der Anleitungen beginnen konnten. Die halbe Stunde bis zum Stundenschluss waren fast alle Schüler beschäftigt, nur sehr wenige Schüler, die sich schnell mit einem Ergebnis zufrieden gaben, waren vorher fertig, so dass ihre Ergebnisse kontrolliert werden konnten und sie zum Teil von mir dazu aufgefordert wurden Teile auf ihre Richtigkeit zu überprüfen.

Bemerkenswert war die Herangehensweise der Schüler. Fast alle Schüler brauchten sehr lange (ca. 10 Minuten) bis sie anfingen zu schreiben. Zum einen lasen die meisten erst die Seite über die Messergebnisse. Zum anderen zeigte sich darin die enorme Schwierigkeit eine mathematische Regel selbst zu formulieren. Da jedoch nach dem anfänglichen Zögern alle Schüler sehr konzentriert schrieben[62] und vor allem nach der ersten Regel *sofort* mit der zweiten Regel begannen, kann wohl auch von einer Hemmschwelle gesprochen werden, die erst überwunden

[60] Anhang A.12, S.XIII

[61] siehe auch tabellarischer Stundenverlauf, Anhang A.11.1, S.XII

[62] siehe Anhang A.14, S.XV

werden musste. Auch die Ergebnisse sprechen für diese Interpretation, da nur sehr wenige Regeln mathematisch falsch waren. Häufiger waren umgangssprachliche Formulierungen wie z.B. bei der Berechnung des Prozentsatzes "Man sollte ausrechnen wie viel Prozent ein (Apfel, kWh usw.) ist"[63], bei der nicht deutlich wird, dass der Anteil eines Ganzen berechnet werden soll. Es gab aber auch sprachlich sehr gute Anleitungen[64]. Fast alle Anleitungen waren an einem Beispiel illustriert und nur sehr wenige allgemein gehalten[65].

Die Schüler wählten verschiedene Ansätze. Es wurde sowohl der Dreisatz als auch die Verwendung der Formel beschrieben. Dies geschah etwa zu gleichen Teilen, da den Schülern die Beschreibung des Rechenweges der Formel offensichtlich leichter fiel. Einige Schüler dachten sich eigene Beispiele aus[66], was zwar nicht dem Arbeitsauftrag entsprach, aber letztlich noch sinnvoller erscheint als die Verwendung eines vorgegebenen Beispiels. Bei mehreren Schülern war zu beobachten, dass sie nicht mit der Regel zur Berechnung des Prozentsatzes begannen, sondern eine andere Regel vorzogen. Schließlich fertigte gut die Hälfte der Schüler auch noch eine Anleitung für die Berechnung prozentualer Änderungen an, obwohl nur wenige schon in der Stunde dazu kamen.

Dieser letzte Punkt, aber auch die Konzentration der Schüler während der Stunde und das Ausdenken eigener Beispiele, zeigen, dass der beabsichtigte Motivationseffekt des Faltblattes gut funktioniert hat. Die Klasse hat sich mit der Verschriftlichung und damit auch mit den wichtigsten Inhalten der Einheit nochmal auseinandergesetzt. Bemerkenswert ist der große Teil an Faltblättern, die den Gebrauch der Formel erklären, obwohl bei den Rechnungen der Dreisatz weiterhin vorherrschend ist. Hier wird m.E. deutlich, dass die Mehrheit der Schüler zwar lieber den Dreisatz verwendet, da sie ihn verständlicher finden, aber dass sie die Formel trotzdem beherrschen. Insgesamt halte ich diese Art der Ergebnissicherung für sinnvoll, jedoch wäre sie eine Stunde früher in der Einheit günstiger gewesen, da dann die Ergebnisse in der Klasse hätten gewürdigt, bzw. Fehler oder Unsicherheiten hätten besprochen werden können.

[63] Anhang A.15, S.XV
[64] Anhang A.16, S.XV
[65] Anhang A.15, S.XV
[66] Anhang A.17, S.XV

4.7 Kurzbeschreibung der sechzehnten Stunde

In der *sechzehnten Stunde* wurden zu Beginn je zwei Anleitungen zu den drei Grundaufgaben vorgelesen, so dass sechs Schüler zumindest Teilergebnisse ihrer Faltblätter vorstellen konnten. Danach gab es zwei Aufgaben zu Kreisdiagrammen, da diese vor der Arbeit nochmal wiederholt werden sollten. Währenddessen konnten die Faltblätter von mir kontrolliert werden, wobei ich aus Zeitgründen einige erst nach der Stunde kontrollieren konnte. Glücklicherweise bleibt ein Teil der Klasse nach der sechsten Stunde noch für eine AG im Klassenraum. In der abschließenden Fragerunde fragten die Schüler außer nach Organisatorischem zur Arbeit hauptsächlich nach der Rundungsproblematik von Zwischenergebnissen. Diese war offenbar nicht deutlich genug besprochen worden und wurde nochmal an einem Beispiel vorgeführt.

5 Gesamtreflexion

Insgesamt ist der Verlauf der Einheit positiv zu bewerten. Die Lehrabsichten wurden überwiegend erreicht und auch das Ergebnis der Klassenarbeit war sehr gut[67].

Die Bewertung des Anwendungsbeispiels Stromverbrauch im Haushalt muss jedoch kritisch betrachtet werden. Besonders der Einstieg erforderte viel Zeit und die Umrechnung von Watt in Kilowattstunden überforderte einen Teil der Klasse, wie sich auch an den Messergebnissen der Schüler, die ein Messgerät mit nach Hause genommen hatten, zeigte[68]. Das Ziel die Anteile der einzelnen Haushaltsgeräte am Gesamtverbrauch darzustellen ergibt sich nicht zwingend, wie z.B. bei der Auswertung eines Fragebogens. Es musste daher mehrmals formuliert werden. Günstiger wäre es vermutlich gewesen, wenn die für die weitere Einheit nicht notwendige Umrechnung von Watt in kWh nur im Unterrichtsgespräch vorgenommen worden wäre. So hätten langwierige Fehlerbesprechungen beim Zusammentragen der Ergebnisse vermieden werden können. Eine vorherige Vereinbarung, welche Geräte die Schüler zu Hause messen sollen, hätte auch mehr verwertbare Ergebnisse erbracht. Diese Kritik betrifft hauptsächlich die notwendigen Messungen und Umrechnungen und damit den Einstieg in die Einheit. Im weiteren Verlauf zeigte sich das Beispiel als weitaus günstiger. Die Schüler und ich nutzten es immer wieder, um neue Probleme verständlich zu machen oder um Berechnungen zu veranschaulichen.

[67] Anhang A.18, S.XVI. Es gab keine 5 und keine 6, der Schnitt war 2,2.

[68] siehe Kurzbeschreibung Stunde 4

So war der Gesamtstromverbrauch ein Synonym für "das Ganze", auch als schon der Begriff Grundwert eingeführt war.

Auch die Möglichkeit an *einem* Beispiel sowohl die drei Grundaufgaben als auch das Zeichnen von Diagrammen einzuführen bzw. zu üben wurde genutzt und erscheint auch im Nachhinein sinnvoll. Denn so hatten die Schüler auch schon ohne die drei Grundbegriffe Prozentwert, Prozentsatz und Grundwert sicher gebrauchen zu können für sie sehr anschauliche Bezeichnungen der verschiedenen Größen, was ein Gespräch über den mathematischen Zusammenhang erleichterte.

Eine Alternative wäre die Durchführung einer Umfrage, wie bei Schober u.a. beschrieben, gewesen, an der sich auch sinnvoll alle drei Grundaufgaben und die Visualisierung der Ergebnisse hätten einführen lassen. Allerdings halte ich die zusätzlichen Lerneffekte beim Strombeispiel für ergiebiger, auch wenn nicht alle Schüler das konkrete Umrechnen der Messungen verstanden haben. Die Diskussion über Stromverbrauch allgemein und von bestimmten Geräten ist in jedem Fall lohnend gewesen und hat zum Teil auch die weitere mathematische Untersuchung motiviert, wie bei dem Vergleich der Kühlschränke, die verschieden viel Strom verbrauchen.

Dass das Beispiel trotz der Einschränkungen gut funktioniert hat, ist auch auf die Kooperationsbereitschaft der Schüler zurückzuführen, die bei der Einführung in den ersten beiden Stunden der Einheit viel Ausdauer gezeigt haben. Bei einer weniger motivierten Klasse halte ich die Probleme am Beginn der Einheit für zu groß.

Der Einführung des Prozentbegriffes viel Raum zu geben und dabei besonders auf die von Streefland beschriebenen Synonymitäten von verschiedenen Anteilsangaben abzuzielen hat sich bewährt. Die Schüler waren sehr sicher im Umformen verschiedener Anteilsangaben, was besonders für das Verständnis der Formeln vorteilhaft war. So wurde der Prozentsatz von einem großen Teil der Schüler auf dem Faltblatt in der Dezimalbruchmethode erklärt, die ihnen hier offenbar am einsichtigsten war.

Die Anknüpfung an Vor- und Alltagswissen der Schüler war in der Einführungsphase sehr fruchtbar. Die Schüler beteiligten sich besonders in Stunde 3 sehr intensiv an Unterrichtsgesprächen. Dabei beteiligten sich auch viele der schwächeren Schüler und brachten ihre Alltagserfahrungen, weniger ihre mathematischen Vorkenntnisse, mit ein. Deswegen halte ich besonders den Rückgriff auf *Alltags*wissen der Schüler für sinnvoll, da hier auch Schüler die Chance haben sich einzubringen, die vorher im Mathematikunterricht Schwierigkeiten hatten, und somit nicht gleich wieder einen schlechten Start ins neue Thema haben.

Dies zeigte sich auch bei der Behandlung offenerer Aufgaben, in die die Schüler auch Alltagswissen einbrachten und bei deren Bearbeitung die Beteiligung ebenfalls sehr hoch war. Noch größer war der Nutzen dieser Aufgaben allerdings in Bezug auf die Verbalisierung mathematischer Inhalte. Die Schüler waren gezwungen ihre Lösungsansätze bzw. Bewertungen ausführlich zu begründen, wie vor allem die Kühlschrankaufgabe, aber auch die Behandlung mehrerer "Aufgaben aus der Zeitung" zeigten. Gleichzeitig waren die Schüler bei der Bearbeitung dieser Aufgaben sehr motiviert, so dass auch in den im Stundenplan ungünstig gelegenen Stunden zumeist intensiv gearbeitet wurde.

Trotz einiger Bedenken während der Einheit halte ich auch im Nachhinein die parallele Behandlung zweier Rechenwege zur Berechnung der Grundaufgaben für richtig. Meine Befürchtung, dass es zu einem Durcheinander der Wege und damit ständigem Unverständnis eines Teils der Klasse kommen könnte, erwies sich als unbegründet. Stattdessen wählten die Schüler je nach Aufgabenstellung aus, welchen Weg sie benutzen wollten, und wählten dabei offensichtlich den ihnen am verständlichsten. Dies zeigt z.B. Anhang A.15. Auf diesem Faltblatt sind einmal die Dezimalbruchmethode, einmal die Verwendung des Taschenrechners und einmal der Dreisatz erklärt. Auch die erwähnte häufigere Verwendung der Formel auf dem Faltblatt zeigt, dass die Mehrzahl der Schüler beide Wege verstanden hat. In der Arbeit ist zu sehen, dass einige schwächere Schüler, die versuchten mit den Formeln zu rechnen, bei Schwierigkeiten wieder zum Dreisatz griffen, dieser also eine Basis bildet, auf die die Schüler zurückkehren können. Eine kürzere Verwendung des Dreisatzschemas, etwa nur zur Begründung der Formel, würde diese Möglichkeit nehmen.

Auch im Bezug auf eine Differenzierung der Lern- und Leistungstypen lohnt sich dieser Zugang, da die schwächeren Schüler sich auf den Dreisatz konzentrieren konnten, während die stärkeren außer der Formel auch noch den Weg über den Taschenrechner nahmen. Die Betonung auf den Dreisatz würde ich bei einer erneuten Behandlung des Themas weiterhin befürworten, da der Reiz der schnelleren Lösung die leistungsstärkeren automatisch in Richtung der Formel treibt, aber diejenigen Schüler, die mit der höheren Abstraktion nicht zurechtkommen, sich auf den Dreisatz zurückziehen können. Allerdings müssen offenbar gerade die sehr schwachen Schüler vom Dreisatz überzeugt werden. So versuchten z.B. C. und A. zu Beginn der Prozent*rechnung* immer wieder Aufgaben mit der Formel zu rechnen. Vermutlich, da sie diese nicht verstanden haben mussten, um sie anzuwenden. Genau hier zeigte sich aber auch das Problem: beide verwechselten häufig die einzusetzenden Größen. Schließlich ließen auch sie sich auf den Dreisatz ein, den beide aus der vorhergehenden Einheit hinreichend gut beherrschten. Im weiteren Verlauf ergaben sich keine Schwierigkeiten mehr und beide Schüler schrieben für sie ungewöhnlich gute Arbeiten. Auch dieses Beispiel spricht dafür, den Schwerpunkt der Behandlung auf das Dreisatzschema zu legen.

Die Arbeit zeigte allerdings keine eindeutige Aufteilung in leistungsschwache Schüler, die den Dreisatz benutzen und leistungsstarke, die die Formeln benutzen. Es scheint offensichtlich auch vom Lerntyp abzuhängen, welcher Weg präferiert wird. Überwiegend wurde der Dreisatz verwendet, auch von Schülern, die auf dem Faltblatt die Formeln erklärten, offensichtlich weil den meisten Schülern dieser Weg einsichtiger war.

Die Möglichkeiten, die das Faltblatt bot, hätten noch stärker genutzt werden müssen. Wie bereits in der Analyse von Stunde 15 gesagt, wäre eine frühere Bearbeitung besser gewesen, da mehr Zeit auf die Auswertung und Würdigung der Ergebnisse hätte verwendet werden können. Es wäre vermutlich günstiger gewesen, das Faltblatt bereits zur Erstellung des Kreisdiagramms "Welche Geräte haben welchen Anteil am Stromverbrauch" in Stunde 7 anzufangen und dann im Verlauf der Einheit zu erweitern. So hätte jede Regel kurz nach ihrer Einführung darauf festgehalten werden können, dies hätte damit auch eine bessere Heranführung an das Verschriftlichen von Regeln bedeutet.

Gegen diese Alternative spricht allerdings, dass ein "begleitendes" Faltblatt nicht Anlass für einen Rückblick auf alle Ergebnisse der Einheit gewesen wäre. In der verwendeten Form war das Schreiben der Anleitungen eine gute Übung für die anstehende Arbeit. Problematisch war die Arbeitshaltung einiger weniger Schüler in Bezug auf das Faltblatt, die sich früh mit unzureichenden Ergebnissen zufrieden gaben. Mit der Vergabe von Noten für jedes Faltblatt auf dieses Verhalten zu reagieren, wäre m.E. aber falsch gewesen, da so der Zwang nun alles richtig machen zu müssen die Hemmschwelle der Schüler, überhaupt einmal eine Verschriftlichung zu versuchen, erhöht hätte.

Insgesamt halte ich die in der Einheit gewählten Prinzipien überwiegend für richtig, auch wenn ich in einer schwächeren bzw. weniger kooperativen Klasse das Strombeispiel durch eine von den Schülern selbsterstellte Umfrage ersetzen würde.

6 Literaturverzeichnis

Blum, Werner / Wiegand, Bernd (1999): Offene Probleme für den Mathematikunterricht - Kann man Schulbücher dafür nutzen? Auszüge aus einem Vortrag vom 2.3.1999 auf der GDM-Jahrestagung in Bern.
http://modellversuch-mathematik.he.schule.de/Modellversuch%20Hessen/Modellversuch-Vortrag%20offene%20Aufgaben.htm

Bruder, Regina (2001): Mathematik lernen und behalten. in: Pädagogik, H.10, S.15-18.

Bundesarbeitsgemeinschaft der jungen Philologen im Deutschen Philologenverband (Hg.) (1998): Methodentraining für die Schule von morgen. Pädagogik und Hochschul Verlag.

Hasselhorn, Marcus (2001): Ausbildung als Befähigung zum lebenslangen Lernen. Zur pädagogisch-psychologischen Fundierung des im Göttinger Modell realisierten GAP-Ansatzes. in: Tagungsband der Gesellschaft für angewandte Personalwissenschaften e.V., Göttingen, S.43-58.

Herget, Wilfried / Scholz, Dietmar (1998): Die etwas andere Aufgabe - aus der Zeitung. Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung, Seelze.

Hessisches Kultusministerium (Hg.) (1995a): Rahmenplan Mathematik, Sekundarstufe I gemäß der 206. Verordnung über Rahmenpläne des hessischen Kultusministers vom 27.10.1995. Verlag Moritz Diesterweg, Frankfurt/Main.

Hessisches Kultusministerium (Hg.) (1995b): Rahmenplan Gesellschaftslehre, Sekundarstufe I gemäß der 206. Verordnung über Rahmenpläne des hessischen Kultusministers vom 27.10.1995. Verlag Moritz Diesterweg, Frankfurt/Main.

Heymann, Hans Werner (1991): Innere Differenzierung im Mathematikunterricht. in: Mathematik lehren, H.49, S.63-66.

Hilbert, Alfred (1987): Mathematik. 1. Aufl., Fachbuchverlag, Leipzig.

Jonczyk-Buch (1997): Immer wieder Prozente, Ein handlungsorientiertes Thema für handlungsorientierten Unterricht. in: Praxis Schule 5-10, Jg.8, H.3, S.24-27.

Lergenmüller, Arno / Schmidt, Günter (Hg.) (2001): Mathematik - Neue Wege 7, Arbeitsbuch für Gymnasien. Schroedel Verlag, Hannover.

Malle, Günther (1993): Didaktische Probleme der elementaren Algebra, mit vielen Beispielaufgaben. Vieweg, Braunschweig, Wiesbaden.

Milke-Metzger, Katharina (1993): Prozentrechnung und Verkehr. in: Blum, Werner (Hg.): Anwendungen und Modellbildung im Mathematikunterricht: Beiträge aus dem ISTRON-Wettbewerb, Franzbecker, Hildesheim, S.100-107.

Montada, Leo (1998): Die geistige Entwicklung aus der Sicht Jean Piagets. in: Oerter, Rolf / Montada, Leo (Hg.): Entwicklungspsychologie. 4. korrigierte Aufl., Beltz Psychologische Verlags Union, Weinheim, S.518-560.

Schmid, August / Weidig, Ingo (Hg.) (1996): Lambacher Schweizer 7, Mathematisches Unterrichtswerk für das Gymnasium, Ausgabe Hessen. 1. Aufl., Ernst Klett Schulbuchverlag, Stuttgart.

Schmidt, Christa (1999): Wickie und der dänische Zoll, Ein Einstieg in die Prozentrechnung. in: Mathematik lehren, H.94, S.54-58.

Schober, Michael / Viereck, Marion / Pristel, Jutta / Böhle-Bafanz, Helga (2000): Prozentrechnung anwendungsorientiert und schülerorientiert gestaltet. in: Pro Schule, Zeitschrift des Hessischen Landesinstituts für Pädagogik (HeLP), H.3, S.15-21.

Sodian, Beate (1998): Entwicklung bereichsspezifischen Wissens. in: Entwicklungspsychologie. 4. korrigierte Aufl., Beltz Psychologische Verlags Union, Weinheim, S.622-653.

Streefland, Leen (1997): Sonnige Prozente. in: Mathematik lehren, H.83, S.54-59.

Studeny, Gisela (1993): Bemerkungen zur Didaktik des Prozentrechnens. in: Lernchancen, Jg.51, H.2, S.68-71.

A Anhang

A.1 Raster zum Stromverbrauch

Gerät	Verbrauch in Watt	Verbrauch in Kilowatt	Wie lange an pro Tag (in Stunden)	Verbrauch in kWh pro Tag	Verbrauch in kWh pro Monat	Geschätzter Anteil an der Stromrechnung

Umrechnung von Verbrauch in Watt auf kWh pro Tag: Wattzahl durch 1000 teilen. Dann hat man den Verbrauch in der *Kilowattangabe*. Kilowattangabe mal die Anzahl der Stunden nehmen in denen das Gerät pro Tag läuft. Das Ergebnis ist der Verbrauch in kWh pro Tag.

A.2 Tabellarische Verlaufsplanung der 3. Stunde

Phasen	Unterrichtsgeschehen Prozentbegriff, 16.10.01	Sozialform	Medien
Einstieg	Ein Schüler fasst zusammen, was am Montag gemacht wurde und wozu. **Ziel: „Welche Geräte haben welchen Anteil an der Stromrechnung?“** „Dazu habt ihr zu Hause gemessen. Diejenigen, die versucht haben, herauszufinden, was das Licht in eurer Wohnung verbraucht, rechnen den monatlichen kWh Verbrauch aller Lichtquellen zusammen und tragen ihn dann hier in die Tabelle ein!“ **TA**(innen Mitte): *Name Gerät Stromverbrauch des Geräts/Monat (Platz lassen für Stromverbrauch gesamt/Monat)*	S-Vortrag L-Instruktion S-Arbeit	 Tafel (innen Mitte)
Erarbeitung	**Wieso hat X denn jetzt einen soviel höheren Verbrauch beim Licht als Y?** *Ziel: Es müssen Anteile an dem jeweiligen Stromverbrauch dargestellt werden* **„Wie lassen sich diese Anteile darstellen?“** TA(innen rechts): **Anteile eines Ganzen lassen sich darstellen als:** • Brüche • Diagramme • Prozentzahlen **„Welche Prozentzahlen kennt ihr?“** (Anschreiben innen rechts) (darauf achten, dass 1% dabei ist) **„Für welche Brüche stehen sie?“** (Anschreiben daneben *aber NICHT ALLE!!!*) **„Welcher Anteil ist das?“** (ein Ganzes, ein halbes, eins von 10, eins von 100) **„Wie stelle ich sie dar?“** (Anzeichnen daneben *aber NICHT ALLE!!!*)	U-Gespräch (wenig lehrergelenkt) U-Gespräch (lehrergelenkt)	Tafel
Sicherung	Abschreiben und vervollständigen lassen Ergebnisse werden durch die Schüler eingetragen	Einzelarbeit U-Gespräch	
Übung	Brüche in Prozent umwandeln und in Dezimalzahlen und in ein Diagramm.	Einzelarbeit	AB Umwandlung

HA: Sammelt Zeitungsartikel / Werbeprospekte / Joghurtbecher usw. mit Prozentangaben

A.3 Arbeitsblatt “Umwandlung”

Für das Arbeitsblatt Umwandlung bitte hier klicken.

A.4 Tabellarische Verlaufsplanung der 6. Stunde

Phasen	Unterrichtsgeschehen Berechnung des Prozentsatzes, 22.10.01	Sozialform	Medien
Einstieg	Folie mit Anteilsangaben auflegen und durch die Schülerangabe (**„Wer hat ein Haustier“**) ergänzen. „Wir haben immer noch das Ziel anzugeben, welche Geräte welchen Anteil am Stromverbrauch haben. Wir haben gesehen, dass man mit Prozentzahlen sinnvoll solche Angaben machen kann. Ihr habt gelernt, wie man Brüche und Dezimalzahlen in Prozentzahlen umrechnet und wie man aus einem Diagramm die Prozentzahl abliest. Ihr habt auch schon solche Anteilsangaben in Prozent umgerechnet, aber bisher haben wir keinen Rechenweg aufgeschrieben, den *alle immer* benutzen können, um aus solchen Angaben Prozentangaben zu machen. Das ist unser heutiges Ziel!“	L-Vortrag	OHP, Folie „Anteile“
Erarbeitung	**„Ich habe gesehen, das viele von euch schon Ideen hatten, wie man solche Angaben in Prozent umrechnet. Schreibt die Angaben ab und probiert zusammen mit eurem Partner die Angaben auf der Folie in Prozentangaben umzurechnen! Wenn ihr mehrere Rechenwege findet, probiert alle aus!“** Dazu Arbeitsblatt austeilen.	Partnerarbeit	AB „Anteile“
Sicherung	**TA (außen):** **Berechnung des Prozentsatzes** Erarbeitung der Regel(n) an der Tafel (auf der Folie zum Schluss Ergebnisse eintragen) *Falls auch schon Regel p%=P/G kommt, gleichwertig daneben schreiben und S. entschei-den lassen, welche sie verwenden.* **REGEL WÜRDIGEN! (Wir sind unserem Ziel (Anteill der Geräte am Stromverbrauch) damit deutlich näher gekommen)**	U-Gespräch	Tafel (außen)
Übung	Tafel aufklappen. S. sollen den jeweiligen Prozentanteil des Kühlschranks am Stromverbrauch ausrechnen.	Einzelarbeit	Tafel
Problematisierung	Eintragen der Ergebnisse an der Tafel Entscheidung der Offenen Aufgabe: Was meint ihr nun? Welcher Kühlschrank ist der sparsamste? **Wichtig: Es gibt keine eindeutig richtige Lösung!**	U-Gespräch	
Übung (Rest als HA)	Berechnen der Prozentsätze der gemessenen Geräte. AB „Geräte“ verteilen und Klasse in drei Gruppen einteilen: Wer rechnet was!	Einzelarbeit	AB „Geräte“

A.5 Einstiegsaufgaben zur Bestimmung des Prozentsatzes

Unter 16 gefangenen Fischen
befanden sich 7 Barsche.

Vom monatlichen Stromverbrauch
von 250 kWh verbraucht das
Licht 63 kWh.

Von den letzten 9 Ligaspielen
hat Bayern München
7 gewonnen!

... der ... Schüler der 7b
haben ein Haustier.

A.6 Arbeitsblatt "Geräte"

Gesamtstromverbrauch pro Monat: 232 kWh

Gerät	***monatlicher Verbrauch in kWh***	***Anteil am monatlichen Stromverbrauch in Prozent***
Fernseher	12	
Viedeorecorder	7,5	
HiFi-Anlage	1,8	
Kühlschrank	20	
Computer (mit Monitor, Modem und Drucker)	29	
Toaster	6,5	
Staubsauger	3	
Bügeleisen	1,8	
Fön	2	
Waschmaschine	17	
Licht	55,8	

A.7 Folie “Siemens streicht weitere Arbeitsplätze”

Für das Arbeitsblatt “Siemens streicht...” bitte hier klicken.

A.8 Übungsblatt zu Prozentwert und Prozentsatz

Für das Übungsblatt bitte hier klicken.

A.9 Arbeitsblatt “Drei Grundaufgaben”

Bearbeite die drei Aufgaben einmal mit dem Dreisatz und einmal indem du die %-Taste des Taschenrechners verwendest. Schreibe beide Rechenweg in dein Heft!

Aufgabe: **Mathematikstudentinnen**
Die OP schrieb am 23. Oktober 2001, dass in Marburg zur Zeit 1070 Studenten Mathematik studieren. Davon sind etwa 27,5% Frauen.
Gib an, wie viele Frauen laut dieser Zeitungsmeldung Mathe studieren und vermute, wie viele es tatsächlich tun!

Aufgabe: **Edertalsperre**
In einer Zeitungsmeldung von vor ein paar Jahren wurde gemeldet: „Edertalsperre nur zu 40% gefüllt - Auf nur 80 Millionen m^3 ist der Wasservorrat in der Edertalsperre gesunken...“ Wie viel Wasser passt denn in die Edertalsperre?

Aufgabe: **Ferientage**
Bis zu den Sommerferien sind es noch 231 Tage und es gibt noch 31 echte Ferientage (ohne Samstage, Sonn- und Feiertage). Gib den Anteil der Ferientage in Prozent an!

A.10 Folie “Bahnpreise”

Für die Folie “Bahnpreise” bitte hier klicken.

A.11 Prozentrennen (Vorder- und Rückseite der Kartenvorlagen)

Prozentrennen Verpackung machen oft einen großen Anteil am Gesamtgewicht aus. Ermittle wie viel Prozent der Packungsanteil ausmacht! *Gesamtgewicht einer Zahnpastatube:* 325g *Leergewicht:* 58,5 g	**Prozentrennen** Herr Hegemann kauft sich ein neues Auto. Von dem Kaufpreis überweist der Autohändler 3436,80 € Mehrwertsteuer an den Staat. Wie viel Euro musste Herr Hegemann für das Auto zahlen? *Zur Erinnerung: Die Mehrwertsteuer beträgt 16%*
Prozentrennen Frau Meisners Stundenlohn ist im letzten Jahr von 15,80 € auf 16,51 € gestiegen. Berechne, um wie viel Prozent ihr Lohn gestiegen ist und runde das Ergebnis auf eine Stelle hinter dem Komma!	**Prozentrennen** Frau Bechstein hat in Dänemark ein Zelt für 480 dänische Kronen gekauft. Auf dem Kassenbon liest sie, dass der Staat davon 105,60 dänische Kronen als Mehrwertsteuer bekommen hat. Wie hoch ist die Mehrwertsteuer in Dänemark?
Prozentrennen Frau Reimann verdient 1870 €. Davon muss sie jedoch 27% Abgaben (Steuern u.ä.) zahlen. Wie viel Euro bleiben ihr von ihrem Einkommen nach Abzug der Abgaben?	**Prozentrennen** Ein Teppichmarkt bietet in seiner Jubiläumswoche auf alle Teppiche einen Rabatt von 15%. Wie viel Euro kostet jetzt ein Teppich, der sonst 2889 € kostet?
Prozentrennen Der Mensch besteht zu 65% aus Wasser. Wie viel Kilogramm Wasser sind in einem 80 kg wiegenden Mensch?	**Prozentrennen** Die Bevölkerung von Mexico City wachst jedes Jahr um etwa 2%. 2001 lebten 12,9 Millionen Menschen in der Stadt. Wie viele Millionen werden es 2002 sein? *(Runde auf eine Stelle hinter dem Komma)*
Prozentrennen Ein Spielfilm im Fernsehen dauert 112 Minuten, allerdings wird der Film insgesamt 14 Minuten durch Werbung unterbrochen. Berechne den Anteil der Werbung an der Gesamtdauer in Prozent!	**Prozentrennen** Ende!

Lösung 12,5%	**Lösung** Startkarte
Lösung 21480	**Lösung** 18%
Lösung 22%	**Lösung** 4,5%
Lösung 2455,65	**Lösung** 1365,10
Lösung 13,2	**Lösung** 52

Prozentrennen Bei einer Abstimmung im Bundestag stimmen 29 der 669 Abgeordneten für ein neues Gesetz. Berechne den Prozentsatz der Stimmen und runde auf eine Stelle hinter dem Komma!	**Prozentrennen** UUUPS! Leider ist dir in deinen Berechnungen ein Fehler unterlaufen! Um wieder einsteigen zu können, musst du zwei Karten zurückgehen!
Prozentrennen UUUPS! Leider ist dir in deinen Berechnungen ein Fehler unterlaufen! Um wieder einsteigen zu können, musst du zwei Karten zurückgehen!	**Prozentrennen** Die Gartetalsperre ist nur zu 24% mit Wasser gefüllt. Das sind 82,404 Millionen Liter Wasser. Wie viel Millionen Liter würden hinein passen?
Prozentrennen Philip zahlt für seine Mitgliedschaft im Fussballverein pro Jahr 50 €. Dann erhöht der Verein seine Beiträge um 30%. Wie viel Euro muss Philip jetzt pro Jahr zahlen?	**Prozentrennen** UUUPS! Leider ist dir in deinen Berechnungen ein Fehler unterlaufen! Um wieder einsteigen zu können, musst du zwei Karten zurückgehen!
Prozentrennen UUUPS! Leider ist dir in deinen Berechnungen ein Fehler unterlaufen! Um wieder einsteigen zu können, musst du zwei Karten zurückgehen!	**Prozentrennen** Mit 42 km/h erreichen Spitzensportler 35% der Höchstgeschwindigkeit eines Geparden. Wie schnell ist ein Gepard (in km/h)?
Prozentrennen Ein Händler verkauft einen Computer für 879,80 € nachdem er 60% auf den Einkaufspreis aufgeschlagen hat. Wie viel Euro hat der Händler für den Computer gezahlt? *(Runde auf zwei Stellen hinter dem Komma)*	**Prozentrennen** UUUPS! Leider ist dir in deinen Berechnungen ein Fehler unterlaufen! Um wieder einsteigen zu können, musst du zwei Karten zurückgehen!

Lösung 549,88	**Lösung** 82%
Lösung 16%	**Lösung** 4,3%
Lösung 343,35	**Lösung** 504,90
Lösung 25,80	**Lösung** 65
Lösung 120	**Lösung** 14%

Schüler während des Prozentrennens in Stunde 14 am 5.11.2001

Für das Bild 1 bitte hier klicken. Für das Bild 2 bitte hier klicken.

A.11.1 Tabellarische Verlaufsplanung der 15. Stunde

Phasen	Unterrichtsgeschehen Erstellung eines Faltblattes zur Prozentrechnung 7.11.01	Sozialform	Medien
Übung	Anschreiben der drei Aufgaben an die Tafel (innen Mitte und rechts) **„Nicht abschreiben, nur ausrechnen!"** **(Prozentsatz)** *nicht dazuschreiben* In einem Zwei-Personen-Haushalt verbraucht ein Herd pro Jahr ca. 415 kWh von 4095 kWh Gesamtverbrauch. Gib den Anteil des Herdes in Prozent an. *(10,1%)* **(Prozentwert)** *nicht dazuschreiben* Ein Fernseher verbraucht etwa 5,1% des Stroms im Haushalt. Wie viele kWh macht dies pro Monat bei einem Gesamtverbrauch von 398 kWh pro Monat aus? **(Grundwert)** *nicht dazuschreiben* 24,1% von Herrn Perles Strom verbraucht die Beleuchtung. Im letzten Monat waren dies 53,02 kWh. Wie viel kWh hat Herr Perle letzten Monat insgesamt verbraucht?	Einzelarbeit	Tafel (innen Mitte und rechts)
Ergebnisver-gleich	Nur Ergebnisse nennen und über die Aufgaben schreiben, was berechnet wurde!	U-Gespräch	
Sicherung	**„Ihr habt jetzt in der Einheit schon einiges geschafft:** • **Prozentzahlen umrechnen und darstellen** • **Prozentsatz, Prozentwert und Grundwert berechnen** • **Kreisdiagramme und Balkendiagramme erstellen** • **Prozentuale Senkung (Rabatt), prozentuale Erhöhung** **Damit ihr auch noch in ein paar Monaten oder in einem Jahr wisst, wie Prozentrechnung funktioniert, sollt ihr heute ein Faltblatt zur Prozentre chnung herstellen!** **Ihr kennt ja Faltblätter - die gibt's zu allen möglichen Themen. Ich habe euch einige mitgebracht** *(Beispiele nennen)* **Auf euer Faltblatt sollen Anleitungen zu den drei Grundaufgaben der Prozentrechnung: zu P-Satz, P-Wert und G-Wert** **Dazu habe ich euch schon die Faltblätter soweit vorbereitet, dass ihr nur noch unter die entsprechenden Überschriften eure Anleitung schreiben müsst. Um eure Anleitung anschaulich zu machen rechnet ihr die jeweilige Aufgabe unter der Anleitung.** **Ein weiterer Teil des Faltblatts enthält schon unsere Ergebnisse zum Stromverbrauch!** **GESTALTET DAS FALTBLATT MÖGLICHST SCHÖN!** **Arbeitsauftrag:** • **Faltet das Faltblatt an den beiden Strichen** • **Schreibt unter die jeweilige Überschrift eine Anleitung und als rechnet als Beispiel die Aufgabe von der Tafel** • **ZUSATZAUFGABE: auf die leere Seite des Faltblattes könnt ihr noch eine Anleitung für prozentuale Erhöhung und Senkung schreiben**	Einzelarbeit	Beispielfalt-blätter Faltblattvor-lagen OHP, AA auf Folie

A.12 Faltblattvorlage (Vorder- und Rückseite)

Faltblatt der 7b

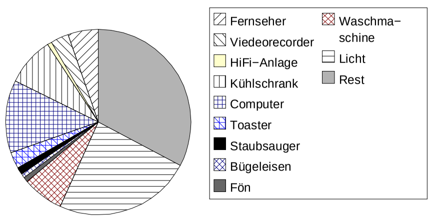
Prozentrechnung

Ergebnisse unserer Untersuchungen zum Stromverbrauch

Um herauszufinden welche Geräte im Haushalt denn wie viel Strom verbrauchen, haben mehrere Schüler und Herr Perle mit den Verbrauchsmessgeräten der Stadtwerke zu Hause verschiedene Geräte gemessen. Um die Messungen miteinander vergleichen zu können, haben wir jeweils den Prozentanteil der Geräte am Stromverbrauch ausgerechnet.

Das Kreisdiagramm zeigt, was welchen Anteil am Stromverbrauch hat.
Der größte Anteil ist der ungeklärte „Rest“, also Geräte, die wir nicht mes sen konnten, wie z.B. den Herd.

Stromverbrauch im Haushalt



Anleitung zur Berechnung
des Grundwertes

Anleitung zur Berechnung
des Prozentwertes

Anleitung zur Berechnung
des Prozentsatzes

A.13 Bilder der 15. Stunde

Für das Bild 1 bitte hier klicken. Für das Bild 2 bitte hier klicken.

A.14 Faltblatt 1

Für das Faltblatt 1 bitte hier klicken.

A.15 Faltblatt 2

Für das Faltblatt 2 bitte hier klicken.

A.16 Faltblatt 3

Für das Faltblatt 3 bitte hier klicken.

A.17 Faltblatt 4

Für das Faltblatt 4 bitte hier klicken.

A.18 Arbeit zur Einheit Prozentrechnung

A **Arbeit zur Prozentrechnung** **Name:**

12.11.2001

Schreibe zu allen Aufgaben deinen Rechenweg und einen Antwortsatz! (außer bei Aufgabe 1 und 6)

1. Rechne die folgenden Brüche jeweils in eine Dezimalzahl und in eine Prozentzahl um:
   a. $\frac{17}{20}$
   b. $\frac{7}{40}$

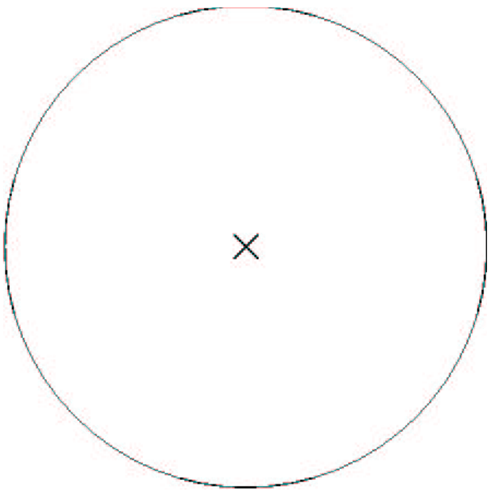
2. Von 24 Schülern sind 3 krank. Gib den Krankenanteil in Prozent an!

3. Bei einer Schulsprecherwahl waren 13 abgegebene Stimmen ungültig. Ihr Anteil an allen abgegebenen Stimmen betrug 2,5%. Wie viele Stimmen wurden insgesamt abgegeben?

4. Bei dem Verkauf einer CD, die 29,99 DM kostet, werden 4,5% der Einnahmen an die S.O.S.-Kinderdörfer gespendet. Wie groß ist die Spende bei 12000 verkauften CD's?

5. Frau Oppermann will sich einen neuen Computer kaufen, der 1600,- DM kostet. Sie handelt mit dem Computerhändler einen Rabatt von 12% aus. Nachdem die 12% vom Preis abgezogen sind kommen noch 16% Mehrwertsteuer dazu. Wie viel muss Frau Oppermann zahlen?
   Zusatzaufgabe (1 Bonuspunkt): Wäre es für Frau Oppermann besser gewesen, wenn erst die Mehrwertsteuer aufgeschlagen und dann ihr Rabatt abgezogen worden wäre?

6. Kartoffeln enthalten 76% Wasser, 20% Stärke, 3% Eiweiß, der Rest sind Salze und Rohfasern. Zeichne die Anteile in ein Kreisdiagramm:



7.

Feuerwehr Herford senkt Preise um bis zu 500 Prozent

Gebühren für Krankentransporte geraten in Bewegung

HERFORD. In Ostwestfalen geraten die Preise für Krankentransporte in Bewegung. Den Anfang macht die Stadt Herford, deren Feuerwehr zum 1. April erdrutschartige Gebührensenkungen um teilweise mehrere hundert Prozent ankündigt. So wird der Pauschalpreis für Krankenfahrten im Stadtgebiet von 211 auf 105 Mark halbiert.

Aus: Neue Westfälische vom 1.2.1996

Schreibe einen Leserbrief an die Zeitung und nimm darin Stellung zu den Angaben im Text!

Viel Erfolg!