



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Verstehen Schüler/innen die Dezimalzahlen?

Eine empirische Untersuchung

Verfasserin

Ingrid Obermoser

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 190 412 406

Studienrichtung lt. Studienblatt: Lehramtsstudium Physik Mathematik

Betreuer: Univ.-Prof. i.R. Dr. Günther Malle

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre hiermit ehrenwörtlich, dass ich die vorliegender Arbeit selbstständig verfasst und außer den im Literaturverzeichnis angeführten Quellen bei der Abfassung keine Unterstützung in Anspruch genommen habe. Die Arbeit ist noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt worden.

Wien, im Oktober 2013

Danksagung

Zunächst möchte ich mich bei allen Personen bedanken, ohne die die vorliegende Arbeit nicht zustande gekommen wäre.

Allen voran richte ich ein herzliches Dankeschön an Prof. Malle, der mir immer mit Rat und Tat zur Seite gestanden ist.

Ich bedanke mich besonders bei den Direktoren der Hauptschule Kitzbühel und des Bundesgymnasiums und Bundesoberstufenrealgymnasiums St. Johann in Tirol. Die mir nicht nur die Zeit in den Klassen überlassen haben, sondern sogar die Kopierkosten für die Fragebögen gesponsert haben.

Einen ganz großen Dank richte ich an die Lehrpersonen, die mir freundlicherweise ihre wertvolle Unterrichtszeit überlassen haben. Da ich nicht an zwei Orten gleichzeitig sein konnte, möchte ich an dieser Stelle besonders bei den Lehrpersonen der Hauptschule Kitzbühel bedanken, die die Befragung in meiner Abwesenheit durchführten, obwohl ich mich bei einigen von ihnen nicht einmal persönlich vorstellen konnte.

Diese Arbeit wäre nie ohne die Hilfe der vielen Schülerinnen und Schüler entstanden. Daher richtge ich an dieser Stellen den Dank an sie. Ich habe mich besonders über die vielen kleinen Botschaften und Smilies gefreut, die sie mir auf den Fragebögen hinterlassen haben.

Zuletzt möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, die mir durch ihre moralische und auch finanzielle Unterstützung mein Studium ermöglicht haben.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Zusammenfassung der Literatur.....	1
1.2. Die Untersuchung.....	7
1.3. Die Fragebögen.....	9
2. Vorwissen über Dezimalzahlen in der 1. Klasse AHS	
(1. Fragebogen).....	11
3. Vorwissen über Dezimalzahlen in der 1. Klasse Hauptschule	
(1. Leistungsgruppe, 1. Fragebogen).....	39
4. Vorwissen über Dezimalzahlen in der 1. Klasse Hauptschule	
(2. Leistungsgruppe, 1. Fragebogen).....	61
5. Kenntnisse über Dezimalzahlen nach dem Unterricht	
in der 1. Klasse AHS (2. Fragebogen)	83
6. Kenntnisse über Dezimalzahlen nach dem Unterricht	
in der 1. Klasse Hauptschule (1. Leistungsgruppe, 2. Fragebogen)	105
7. Kenntnisse über Dezimalzahlen in der 2. Klasse AHS	
(1. Fragebogen).....	122
8. Kenntnisse über Dezimalzahlen in der 2. Klasse Hauptschule	
(1. Leistungsgruppe, 1. Fragebogen)	146
9. Zusammenfassung	163
9.1. Beobachtete Fehlvorstellungen	163
9.2. Vorkenntnisse und Lernfortschritt durch den Unterricht.....	166
9.3. Vergleich von AHS und Hauptschule.....	170
10. Literaturverzeichnis	173
11. Anhang	174

1. Einleitung

Im Rahmen dieser Diplomarbeit habe ich untersucht, wie Schülerinnen und Schüler mit den sogenannten „Dezimalzahlen“ zurechtkommen. Insbesondere geht es darum, ob es in Österreichs Schulen ähnliche Probleme gibt, wie sie bei deutschen Schülern von Friedrich Padberg und Kirsten Heckmann beobachtet wurden. Zunächst möchte ich die wichtigsten Aspekte der beiden Artikel „Von Zehnern zu Zehnteln“ von Heckmann und „Die Einführung der Dezimalbrüche – Ein Selbstläufer“ von Padberg, sowie des Buches „Didaktik der Bruchrechnung“ (Kapitel IV) von Padberg zusammenfassen.

1.1. Zusammenfassung der Literatur

Beide Autoren sind der Meinung, dass der Umgang mit den neuen Zahlen für Kinder schwieriger als angenommen ist und dass diese Zahlen nicht selbsterklärend sind. Heckmann ist sogar der Ansicht, dass „Dezimalzahlen“ in manchen Bereichen zu größeren Verständnisproblemen führen als der Umgang mit gemeinen Brüchen. Eine große Fehlerquelle tritt bei **falschen Übertragungen von den natürlichen Zahlen** auf. Bei den Stellenwerten verleiten beispielsweise die ähnlichen Bezeichnungen zu falschen Analogieüberlegungen. Diese führen dazu, dass viele Kinder annehmen, dass Hundertstel größer als die Zehntel seien, da ja auch Hunderter größer als Zehner sind. Aus Heckmanns Studie geht hervor, dass diese Fehlvorstellung sehr weit verbreitet und trotz der Behandlung im Unterricht recht hartnäckig ist.

Eine weitere fehlerhafte Vorstellung, die Heckmann beschreibt, ist das sogenannte „**Geld-Denken**“. Manche Kinder können zwar mit Zahlen, die bis zu zwei Nachkommastellen haben, umgehen, darüber hinaus fehlt ihnen jedoch das Verständnis. Dies liegt vermutlich daran, dass viele alltägliche Größen wie Geldbeträge oder Längenangaben in Metern zwei Nachkommastellen haben. Laut Heckmann führen diese falschen Vorstellungen dazu, dass auch die Rechenregeln und wichtige Eigenschaften nicht richtig verstanden werden. Folglich werden diese nur auswendig gelernt, können aber nicht mehr rekonstruiert werden, falls sie einmal vergessen wurden.

Auch Padberg betont in seinen Veröffentlichungen, dass die „Dezimalzahlen“ nicht problemlos eingeführt werden können, sondern dass dies trotz der Ähnlichkeit zu den natürlichen Zahlen nur allmählich durchgeführt werden soll, selbst wenn die meisten Kinder schon mit einigen „Dezimalzahlen“ wie Geldbeträgen und Längen in Metern umgehen können. Die erste Schwierigkeit stellt für Padberg schon die **Sprechweise** dar, denn ein Großteil der Kinder spricht zum Beispiel die Zahl 3,25 als drei-Komma-fünfundzwanzig aus. Besser wäre es wenn sie drei-Komma-zwei-fünf sagen würden, denn die erste Sprechweise kann zu einigen Fehlvorstellungen führen, beispielsweise bei Größenvergleichen.

Zudem weist Padberg darauf hin, dass viele Kinder, obwohl sie schon mit „Dezimalzahlen“ gearbeitet hatten, große Schwierigkeiten mit den Stellenwerten haben. So führt zum Beispiel die „**Komma-trennt-Vorstellung**“ - das Komma trennt die „Dezimalzahl“ in zwei natürliche Zahlen - dazu, dass die Reihenfolge der Stellenwerte nach dem Komma verdreht wird. Dies ist ein sehr beliebter Fehler, den auch Heckmann beschrieben hat. Diese Vorstellung wird laut Padberg durch die problematische erste Sprechweise verstärkt.

Ein anderer Fehler, der häufig bei den Stellenwerten nach dem Komma auftritt, ist ein falsches „**Symmetrie-Denken**“ bezüglich des Kommas. Dabei wird die Zehntelstelle fälschlicherweise als „Eintel“ betrachtet. Auch die **Zusammenhänge zwischen den Stellenwerten**, zum Beispiel wie viele Hundertstel ein Zehntel hat, sind den Kindern unklar.

Die **Abstraktion von Maßeinheiten** macht Schwierigkeiten. Vielen Schülern gelingt die Abstraktion von speziellen Größen (z.B.: Längen oder Geldbeträge) auf „Dezimalzahlen“ ohne Maßeinheit nicht.

In seinem Buch behandelt Padberg weitere Fehlvorstellungen zu „Dezimalzahlen“. Neben der „Komma-trennt-Vorstellung“ führt er noch die folgenden Fehlvorstellungen an:

„**Kein-Komma-Vorstellung**“: Die „Dezimalzahlen“ werden wie natürliche Zahlen behandelt, das Komma wird nicht berücksichtigt. Diese Fehlvorstellung wird verstärkt, wenn man bei Größenvergleichen verstärkt Zahlen mit gleicher Anzahl an Nachkommastellen vergleicht, da sie in diesen Fällen zum richtigen Ergebnis führt (dies ist auch bei der „Komma-trennt-Vorstellung“ der Fall).

„**Nullstrategie**“: Die „Dezimalzahl“, die die meisten Nuller direkt nach dem Komma hat, ist die kleinste. (Die anderen Zahlen werden meistens nach den beiden zuvor erwähnten Strategien angeordnet.)

„**Je-mehr-Dezimalen-desto-kleiner-Strategie**“: Wie der Name schon sagt, wird die Zahl mit den meisten Nachkommastellen als die kleinste angesehen (z.B.: $0,375 < 0,25$). Diese Strategie kommt auf Grund einer fehlerhaften Übergeneralisierung zustande. Der richtige Grundgedanke, dass Hundertstel kleiner als Zehntel sind, führt zum fehlerhaften Schluss, dass Zahlen mit zwei Kommastellen immer kleiner als Zahlen mit einer Kommastelle sein müssen. Möglicherweise entwickeln die Kinder diese Strategie, weil sie erkennen, dass die „Kein-Komma-“ und die „Komma-trennt-Vorstellung“ sehr oft zu einem falschen Ergebnis führen, da bei beiden Vorstellungen Zahlen mit mehr Kommastellen als größer angesehen werden.

In seinem Buch behandelt Padberg auch Probleme beim Rechnen mit „Dezimalzahlen“. Bei den Grundrechnungsarten ist vor allem die „Komma-trennt-Vorstellung“ für einen Großteil der Fehler verantwortlich.

Bei der **Addition** stellt Padberg fest, dass die Lösungsquote nach der Behandlung im Unterricht im Allgemeinen recht hoch ist. Zudem gibt es in seinen Untersuchungen nur vereinzelte Schüler/innen, die die Aufgaben nicht bearbeiteten. Er führt dies auf den engen Zusammenhang zwischen natürlichen Zahlen und „Dezimalzahlen“ zurück. Die größte Fehlerquelle stellt die „Komma-trennt-Vorstellung“ dar, dagegen fallen Probleme, die bei Überträgen über das Komma auftreten können, kaum ins Gewicht. Die „Komma-trennt-Vorstellung“ wird durch das schrittweise Einführen der Addition (es werden anfangs lediglich Zahlen mit gleicher Anzahl an Nachkomma-stellen addiert) zusätzlich verstärkt.

Außerdem spielt der Übergang zu Größen (z.B.: Meter) nur eine geringe Rolle, die oft systematischen „Komma-trennt“-Fehler treten auch bei Aufgaben mit Größen nur geringfügig seltener auf.

Die **Subtraktion** ist etwas fehleranfälliger als die Addition. Im Unterschied zu der Addition spielen Fehler beim Übertrag hier eine größere Rolle. Dies könnte aber auch daran liegen, dass schon beim Rechnen mit natürlichen Zahlen bei der Subtraktion mehr Fehler auftreten als bei der Addition. Da die „Komma-trennt-Vorstellung“ beim Subtrahieren bei vielen Aufgaben nicht angewandt werden kann und zusätzlich viel seltener zu einem richtigen Ergebnis führt, tritt sie hier wesentlich seltener auf. Wo sie jedoch möglich ist, wird sie von einer erheblichen Anzahl an SchülerInnen auch angewandt.

Bei der **Multiplikation** von „Dezimalzahlen“ muss man beachten, dass einige Grundvorstellungen im Umgang mit natürlichen Zahlen nicht mehr gelten (z.B. dass das Produkt größer als die Faktoren ist, außer bei null und eins). Zudem ist schon bei den natürlichen Zahlen die schriftliche Multiplikation deutlich schwieriger und fehlerträchtiger als die Addition und Subtraktion.

Häufige Fehlerstrategien beim **Multiplizieren mit Zehnerpotenzen** sind das **falsche Anhängen von Endnullern** (Beispiel: $3,5 \cdot 10 = 3,50$). Möglicherweise lassen sich auch Fehler wie $3,5 \cdot 10 = 3,5$ unter diesen Punkt einordnen, wobei die überflüssigen Nuller wieder weggelassen werden. Auch die „Komma-trennt-Vorstellung“ kann hier zu Fehlern führen (Beispiel: $3,5 \cdot 10 = 30,50$). Dies ist nicht nur bei der Multiplikation mit 10 sondern auch bei der Multiplikation mit einer beliebigen natürlichen Zahl häufig der Fall.

Beim **Multiplizieren zweier „Dezimalzahlen“** gibt es schon Probleme, wenn mit einfachen Zahlen wie 0,1; 0,01; etc. gerechnet wird. So wurden diese Aufgaben in Padbergs Untersuchungen nur von ca. 30 % – 40 % der untersuchten Gymnasiast/innen gelöst. Der Hauptfehler laut Padberg ist, dass die Kinder einen fehlerhaften Transfer von der Addition und Subtraktion von „Dezimalzahlen“ machen. Die Anzahl der Nachkommastellen im Ergebnis richtet sich nach der Zahl mit den meisten Nachkommastellen. Am

zweithäufigsten führt die Multiplikation mit den oben erwähnten Zahlen zum gleichen Ergebnis wie die Multiplikation mit eins.

Ein dritter falscher Lösungsansatz ist das **Ausweichen auf die einfachere Addition** (Beispiel: $3,5 \cdot 0,01 = 3,51$).

Bei der **Multiplikation zweier beliebiger „Dezimalzahlen“** liegt die Fehlerquote sogar noch höher, da auch typische Rechenfehler, die auch bei der Multiplikation natürlicher Zahlen auftreten, vorkommen. Jedoch darf man auch hier nicht die „Komma-trennt-Vorstellung“ außer Acht lassen. Diese spielt vor allem bei Aufgaben, die im Kopf gelöst werden, eine große Rolle. Bei schwierigeren Aufgaben, die schriftlich gelöst werden müssen, ist dies kaum mehr der Fall. Durch das rein formale Rechnen werden hier „Komma-trennt“-Fehler vermieden. Auch Überschlagsrechnungen sind sinnvoll, damit die Kinder schneller ihre Fehler finden und das Komma an die richtige Stelle setzen.

Die **Division** ist schon bei den natürlichen Zahlen die schwierigste Rechenoperation. Schon bei der Division einer kleineren natürlichen Zahl durch eine größere treten zwei Fehlerstrategien auf. Zum einen werden Dividend und Divisor öfter vertauscht. Dies steht im Zusammenhang mit einem nötigen Umbruch der Grundvorstellungen bei den natürlichen Zahlen (man kann nur die größere durch die kleinere Zahl dividieren). Zum anderen beruht es auf den erwähnten fehlerhaften Transfer des Stellenwertsystems, nämlich dass Zehntel an der zweiten Stelle nach dem Komma stehen, Hundertstel an der dritten.

Bei der **Division von „Dezimalzahlen“** durch natürliche Zahlen wird bei geeigneten Beispielen oft sogar systematisch auf die „Komma-trennt-Vorstellung“ zurückgegriffen, vor allem wenn die Division dadurch einfach im Kopf gerechnet werden kann (Beispiel: $12,27 : 3 = 4,9$). Auch beim schriftlichen Dividieren kommen einige Kinder auf die gleichen Ergebnisse, dies liegt dann aber oft nicht an der „Komma-trennt-Vorstellung“, sondern ist darauf zurückzuführen, dass die Kinder statt „nächste Stelle 2 herab“ gleich „nächste Stelle 27 herab“ schreiben.

Eine weitere Schwierigkeit, insbesondere wenn „Komma-trennt“ nicht anwendbar ist, bereitet das **fehlende Anhängen von Endnullern** (Beispiel: $3,5 : 2$). Oft wird in einem solchen Fall der Rest 1 stehen gelassen.

Bei der **Division einer natürlichen Zahl durch eine „Dezimalzahl“** bereitet schon die Kommasetzung große Schwierigkeiten. So lassen viele Kinder Rechnungen wie $5 : 0,1$; $5 : 0,01$;... im Test aus. Ein typischer Fehler bei diesen Aufgaben besteht darin, dass das Ergebnis gleich viele Nachkommastellen hat, wie der Divisor (Beispiel: $5 : 0,01 = 0,05$). Eine zweite Fehlvorstellung stellt hier die schon erwähnte „Kein-Komma-Vorstellung“ dar. In diesem Fall kommen die Kinder bei den obigen Aufgaben jedes Mal auf das Ergebnis 5. Eine Hauptursache für diese Fehler dürfte die Grundvorstellung: „**Division verkleinert**“ sein, jedoch könnte es auch daran liegen, dass die Kinder unsicher bei der **Einbettung der natürlichen Zahlen in die Menge der „Dezimalzahlen“** sind.

Bei der **Division zweier beliebiger „Dezimalzahlen“** tritt als häufigste Fehlerursache die „**Komma-trennt-Vorstellung**“ auf. Ansonsten ähneln die Fehler denen, die bei einer „Dezimalzahl“ als Divisor vorkommen. Die Division wird dabei im Kopf durchgeführt, bei der Anzahl der Nachkommastellen richtet man sich nach der Anzahl bei Dividend oder Divisor. Oft wird auch die „**Null-Komma-Strategie**“ angewandt: Es wird im Kopf gerechnet und das Ergebnis als „Null-Komma-...“ angegeben. Auch die „**Kein-Komma-Vorstellung**“ spielt bei der Division eine größere Rolle als bei den anderen drei Grundrechnungsarten. Oft kommt es zu einer **Vertauschung von Dividend und Divisor**, wenn die Division dadurch einfacher wirkt (Beispiel: $0,5 : 0,25$).

Padberg betont, dass auch beim Dividieren Überschlagsrechnungen sinnvoll sein können, diese aber für die Kinder nicht immer einfach sind. Vor allem die „Division-verkleinert-Vorstellung“ führt zu vielen Fehlern, auch schon bei der Abschätzung.

1.2. Die Untersuchung

Die Daten für diese Untersuchung wurden mit Hilfe von zwei Fragebögen (siehe Seite 9 und 10) erhoben, die in der fünften und in der sechsten Schulstufe zu verschiedenen Zeitpunkten ausgefüllt wurden. Die Fragen des zweiten Fragebogens wurden von Padbergs Fragebogen übernommen.

Für meine Untersuchung zum Verständnis der sogenannten „Dezimalzahlen“ erklärten sich folgende zwei Schulen bereit, mich zu unterstützen: das Bundesgymnasium und Bundesoberstufenrealgymnasium St. Johann in Tirol und die Hauptschule Kitzbühel.

Den ersten Fragebogen füllten alle ersten und zweiten Klassen der Hauptschule Kitzbühel sowie vier erste und alle sechs zweiten Klassen des Gymnasiums in der ersten Schulwoche aus. Den zweiten Fragebogen füllten nur noch die teilnehmenden ersten Klassen beider Schulen aus.

Die Untersuchung verfolgte einen dreifachen Zweck. Einerseits sollten in den ersten Klassen die Vorkenntnisse über „Dezimalzahlen“ vor dem einschlägigen Unterricht erhoben werden. Andererseits sollten die Kenntnisse in den ersten Klassen unmittelbar nach dem einschlägigen Unterricht ermittelt werden. Schließlich wurden die Kenntnisse in den zweiten Klassen untersucht, um festzustellen, ob sich diese nach den Ferien verändert haben.

Eine Mathematiklehrerin verweigerte die Untersuchung ihrer ersten Klasse, da sie der Meinung war, dass die SchülerInnen, die noch nichts mit den „Dezimalzahlen“ anfangen können, demotiviert werden und sich ungeeignet für ein Gymnasium fühlen könnten. Dieser Einwand ist natürlich nicht ganz unberechtigt, da die Kenntnis der „Dezimalzahlen“ zu diesem Zeitpunkt der Schullaufbahn noch nicht vorausgesetzt werden kann. Bei meiner späteren Untersuchung hatte ich aber nicht den Eindruck, dass die Schüler sich ihr Unwissen sehr zu Herzen nahmen.

Für die Untersuchung der Kenntnisse nach dem Unterricht in den ersten Klassen hatte mir einen Zeitpunkt ausgewählt, an dem laut Jahresplanung alle Klassen schon mit den „Dezimalzahlen“ fertig sein sollten. Leider war eine Klasse des Gymnasiums noch nicht ganz mit dem Stoff durch. Die Lehrer der anderen Klassen versicherten mir aber, dass sie mit dem Kapitel schon fertig waren. Die Auswertung dieser einen Klasse ist also unter diesem Aspekt zu betrachten. Es war aber kein signifikanter Unterschied zu den anderen Klassen festzustellen.

1.3. Die Fragebögen

1. Fragebogen zum Zahlenverständnis

1. Kreuze jeweils die längere Strecke an.

- a) 7,3 cm ☐ 7,5 cm ☐
 b) 6,1 cm ☐ 5,9 cm ☐
 c) 4,6 cm ☐ 4,58 cm ☐

Kannst du deine Antwort bei c begründen?

2. Wer ist am weitesten gesprungen?

- Melanie: 3,55 m ☐
 Andreas: 3,281 m ☐
 Birgit: 3,25 m ☐
 Manfred: 3,6 m ☐
 Ich weiß es nicht ☐

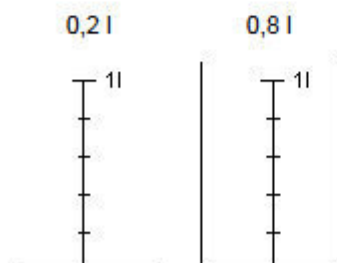
3. Wie groß ist ungefähr ein 11-jähriger Schüler?

- Kreuze an!
 135,0 m ☐
 13,5 m ☐
 1,35 m ☐
 0,135 m ☐

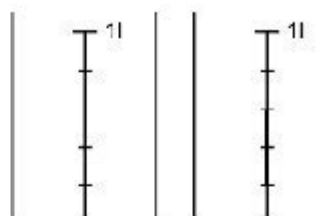
4. Schreibe als Kommazahl:

- a) 4 Hundertstel
 =
 b) 6 Zehntel:
 =
 c) 3 Einer 7 Zehntel 2 Hundertstel
 =

5. Markiere an den 1-Liter-Messbechern mit einem langen Strich:



6. Wie viel Wasser ist in den 1-Liter-Messbechern?

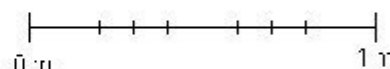


7. Addiere

- a) $2,4 \text{ m} + 6,59 \text{ m} = \dots\dots\dots$
 b) $4,6 \text{ m} + 3,9 \text{ m} = \dots\dots\dots$

8. David hat eine 0,95 m lange Leiste. Er sägt hiervon ein Stück von 0,6 m Länge ab. Wie lang ist das Reststück?

Zeichne ein:



Das Reststück ist m lang.

9. Um wie viel ist...

- a) 0,25 m kürzer als 0,8 m?
 b) 0,25 Liter weniger als 0,5 Liter?
 c) 0,25 kleiner als 0,7?

10. Diana kauft sieben Sackerl Gummibären. In jedem Sackerl sind 0,2 kg. Wie viel kg Gummibären hat Diana insgesamt gekauft?

11. Ein Kilogramm Fleisch kostet 6,79 €. Wie viel kosten 10 Kilogramm?

12. Carmen sägt ein 4,5 m langes Brett genau in der Mitte durch. Wie lang ist jede Hälfte?

2. Fragebogen zum Zahlenverständnis

1. Kreuze jeweils die längere Strecke an.

- a) 5,8 m ☐ 5,4 m ☐
 b) 8,2 m ☐ 7,8 m ☐
 c) 6,2 m ☐ 6,19 m ☐

Kannst du deine Antwort bei c) begründen?

2. Wer hat den längsten Schal?

- Kerstin: 1,25 m ☐
 Jonas: 1,185 m ☐
 Miriam: 1,42 m ☐
 David: 1,3 m ☐
 Ich weiß es nicht ☐

3. Wie viel wiegt ungefähr ein 11-jähriger Schüler?

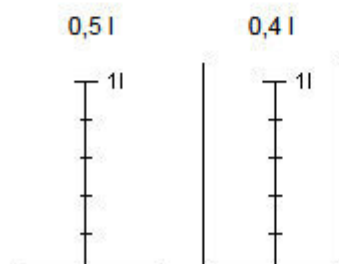
Kreuze an:

- 435,0 kg ☐
 43,5 kg ☐
 4,35 kg ☐
 0,435 kg ☐

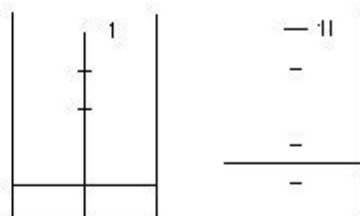
4. Schreibe als Kommazahl:

- a) 2 Zehntel:
 =
 b) 5 Hundertstel:
 =
 c) 2 Einer 3 Zehntel 5 Hundertstel
 =

5. Markiere an den 1-Liter-Messbechern mit einem langen Strich:



6. Wie viel Wasser ist in den 1-Liter-Messbechern?

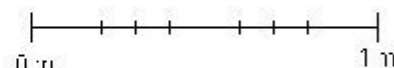


7. Addiere:

- a) $3,48 \text{ m} + 4,3 \text{ m} = \dots\dots\dots$
 b) $5,7 \text{ m} + 2,8 \text{ m} = \dots\dots\dots$

8. Jan hat eine 0,85 m lange Leiste. Er sägt hiervon ein Stück von 0,4 m Länge ab. Wie lang ist das Reststück? Benutze die Skizze zur Lösung.

Zeichne ein:



Das Reststück ist m lang.

9. Um wie viel ist ...

- a) 0,75 Meter länger als 0,5 Meter?
 b) 0,75 Liter mehr als 0,7 Liter?
 c) 0,75 größer als 0,5?

10. Lena kauft fünf Säcke Kartoffeln. In jedem Sack sind 0,8 kg. Wie viel kg Kartoffeln hat Lena insgesamt gekauft?

11. Eine Kiste Fanta kostet 5,98 €. Wie viel kosten 10 Kisten?

12. Tobias zersägt ein 3,75 m langes Brett in gleich lange Teilstücke von 0,75 m Länge. Wie viele Stücke erhält er?

2. Vorwissen über Dezimalzahlen in der 1. Klasse AHS (1. Fragebogen)

Hier wurde der 1. Fragebogen (Seite 9) verwendet. Dieser wurde in der ersten Schulwoche ausgefüllt, die meisten Kinder hatten zu diesem Zeitpunkt im Unterricht die „Dezimalzahlen“ noch nicht behandelt. Trotzdem ist es interessant, welches Vorwissen sie aus der Volksschule oder von zuhause mitbringen. Insgesamt nahmen 84 Schülerinnen und Schüler teil.

Klasse	Schüleranzahl
1a	20
1b	22
1c	21
1e	21
insgesamt	84

Frage 1: „Kreuze jeweils die längere Strecke an.“

a) 7,3 cm oder 7,5 cm

7,5 cm	69
zwei Kreuze	12
keine Antwort	3

Wie zu erwarten war, beantwortete der Großteil diese Frage richtig.

Die Kinder, die beides angekreuzt hatten, verglichen höchstwahrscheinlich nicht die Zeilen, sondern die Spalten miteinander.

a) 7,3 cm	☐	7,5 cm	☐
b) 6,1 cm	☐	5,9 cm	☐
c) 4,6 cm	☐	4,58 cm	☐

Ein paar irrten sich möglicherweise in der Zeile, da sie beim Punkt b) nichts ankreuzten, jedoch ein Kreuz bei Punkt c) gemacht hatten.

Ein Mädchen kreuzte überhaupt nichts an, die beiden anderen antworteten nur bei c).

b) 6,1 cm oder 5,9 cm

6,1 cm	63
5,9 cm	2
keine Antwort	19

Auch hier antworteten die meisten richtig.

Die 15 Kinder, die bei a) falsch geantwortet haben, finden sich alle unter den 19 Kindern, die hier keine Antwort gegeben haben. Vermutlich haben einige durch den spaltenweisen Vergleich die Frage schon bei a) als beantwortet angesehen.

c) 4,6 cm oder 4,58 cm

4,6 cm	19
4,58 cm	46
keine Antwort	19

Dieser Punkt war offensichtlich schwieriger als die beiden vorigen. Lediglich 19 Schülerinnen und Schüler kreuzten hier die richtige Antwort an.

46 Kinder waren der Überzeugung, dass 4,58 cm die längere Strecke sei. Leider begründeten die meisten ihre Antwort nicht oder unzureichend. Aber einige Begründungen lassen die Vermutung zu, dass viele Kinder das Komma als eine Art Grenze ansehen und dann die Zahlen hinter dem Komma als natürliche Zahlen auffassen und vergleichen („Komma-trennt-Vorstellung“ nach PADBERG). Es könnte auch daran liegen, dass im Alltag die Zahl 4,58

meistens als „vier komma achtundfünfzig“ ausgesprochen wird und nicht wie Padberg vorschlägt als „vier komma fünf acht“.

17 Kinder, die keine Antwort gaben, hatten auch schon bei b) keine Antwort gegeben. Die restlichen zwei antworteten nur bei Punkt c) nichts. Vielleicht waren sie sich nicht sicher und trauten sich dann nicht etwas anzukreuzen.

„Kannst du deine Antwort bei c) begründen?“

richtige Begründung	6
falsche Begründung mit Maßeinheiten	2
Begründung, dass 4,58 cm länger ist	12
unzureichende Begründung	20
zwei Kreuze bei a)	3
keine Antwort	41

Dieser Punkt war für die Kinder äußerst schwierig zu beantworten. Womöglich liegt es daran, dass es in ihrem bisherigen Mathematikunterricht kaum verlangt wurde, ihre Antworten zu begründen. Nur sechs der 19 Kinder, die Punkt c) richtig beantworteten, konnten diese Antwort auch richtig begründen; bei zwei weiteren war zwar der Gedanke richtig, aber sie haben sich mit der Maßeinheit vertan.

Richtige Begründungen:

- „4,6 cm ist 4,60 cm, deswegen ist es länger“
- „4,6 steht für 4,60“
- „Ja, es ist um 0,02 cm länger“

Vier Kinder argumentierten damit, dass man an die Zahl einen Nuller anhängen kann. Die beiden anderen gaben die genaue Differenz an.

Falsche Begründungen mit Maßeinheiten:

- „Weil das andere um 2 cm kleiner ist“
- „Die letzte Stelle sind mm“

Das Kind, das die erste Antwort gab, dachte vielleicht, dass es sich um Meter handle, denn dann hätte die Antwort gestimmt. Bei der zweiten Antwort vermute ich, dass der Schüler das Richtige meint, und damit argumentieren wollte, dass es sich um unterschiedliche Stellenwerte handelt, sich aber mit der Einheit vertan hat.

Begründungen, dass 4,58 cm länger ist:

Auch von den 46 Schülerinnen und Schülern, die den Punkt c) falsch beantwortet hatten, fügten nur 12 eine Begründung hinzu.

Einige Beispiele:

- „58 ist mehr wie 6“
- „Weil 4,58 cm um 52 mm größer ist“
- „Ich habe das angekreuzt, weil 58mm 5cm 8 mm sind.“
- „Ich habe 4,58 cm angekreuzt, weil nach dem Komma eine zweistellige Zahl ist.“
- „Weil 4,58 cm sind um 52 cm länger als 4,6 cm“
- „Bei c) heißt es 4m6cm oder 4m58cm. Die richtige Antwort ist 4,58 cm.“

Alle Kinder betrachteten das Komma als eine Trennlinie zwischen zwei Zahlen und verglichen daher zuerst die Zahlen vor dem Komma und danach die Zahlen dahinter („Komma-trennt-Vorstellung“). Ich vermute, dass auch die meisten anderen Kinder, die den Punkt c) falsch beantwortet haben, dieses Bild von den „Dezimalzahlen“ haben.

Unzureichende Begründungen:

20 Kinder versuchten zwar ihre Antwort zu begründen, doch sie wussten nicht, wie man eine Begründung formulieren soll. Dabei handelt es sich sowohl um Kinder, die den Punkt c) richtig beantwortet haben, als auch um solche, die diese Frage falsch beantwortet haben. Hier könnte das Problem daran liegen, dass sie bisher in der Mathematik noch nichts begründen mussten. Oder es könnte sich auch um generelle sprachliche Probleme handeln.

Einige Beispiele:

- „Ich glaube, dass es richtig ist.“
- „Ich denke, das ist mehr.“
- „4,58 cm kommt mir länger vor!“
- „Weil es richtig ist“
- „Ich habe es so gelernt“
- „Weil es länger ist“
- „Weil das so stimmt“

Zwei Kreuze bei a):

Von den zwölf Schülerinnen und Schülern, die bei Punkt a) beides angekreuzt hatten, versuchten drei eine Begründung zu geben und waren sehr verwirrt, warum sie denn bei c) etwas beantworten sollten, obwohl hier die beiden kleinsten Werte sind (offensichtlich hatten sie spaltenweise verglichen). Die anderen schrieben bei diesem Punkt nichts.

Keine Antwort:

41 Schülerinnen und Schüler, also fast die Hälfte, antworteten bei diesem Punkt überhaupt nichts, oder schrieben nur das Wort „nein“ hin. Auch hier könnte es sprachliche Gründe geben, gemeinsam mit der Angst etwas Falsches hinzuschreiben, sodass besser gar nichts geschrieben wird.

Frage 2: „Wer ist am weitesten gesprungen?“

Manfred: 3,6m	14
Andreas: 3,281 m	59
Melanie 3,55 m	6
Ich weiß es nicht	3
keine Antwort	2

Richtige Antwort:

Diese Frage war für die Kinder noch schwieriger zu beantworten als die Aufgabe 1c). Nur 14 Schülerinnen und Schüler kreuzten die richtige Antwort „3,6 m“ an. Dies erstaunt mich ein bisschen, da bei 1c) immerhin 19 richtig geantwortet haben. Von diesen beantworteten jedoch nur elf die Frage richtig. Die drei restlichen hatten aber bei 1c) gar nicht geantwortet.

3,281 m:

Es ist auffällig, dass 59 Kinder die Zahl mit den meisten Nachkommastellen gewählt haben. Auch fünf Schülerinnen und Schüler, die 1c) richtig beantwortet hatten, hielten 3,281 m für die längste Strecke. Einer dieser Schüler gab bei Frage 1) sogar eine richtige Begründung, nämlich dass man an 4,6 cm einen Nuller anhängen kann. Es könnte daran liegen, dass das Verständnis der „Dezimalzahlen“ nur bis zur zweiten Nachkommastelle vorhanden ist, darüber hinaus jedoch Verständnisprobleme auftreten („Geld-Denken“ nach HECKMANN).

Die anderen Kinder, die auch schon 1c) falsch beantwortet hatten, blieben trotz der drei Nachkommastellen bei der „Komma-trennt-“, oder „Kein-Komma-Vorstellung“

3,55 m:

Sechs Kinder kreuzten diese Antwort an. Zwei von ihnen hatten 1c) richtig beantwortet. Vielleicht übersahen sie die richtige Antwort bloß.

Sie könnten, trotz „Komma-trennt-Vorstellung“, diese Strecke auch für die längste gehalten haben, weil sie vielleicht an der Existenz einer Zahl mit drei Nachkommastellen zweifeln (vgl. HECKMANN).

Ich weiß es nicht:

Eines dieser drei Kinder beantwortete die Frage 1c) richtig. Wenn man die Antwort „Ich weiß es nicht“ offiziell geben darf, hat es natürlich auch einen gewissen Reiz. Daher ist es nicht sicher, ob die Kinder es wirklich nicht wussten, oder es nur lustig fanden, diese Antwort zu geben. Was mich aber sehr erstaunte ist, dass zwei Kinder gar nichts angekreuzt hatten, obwohl sie doch diese Antwortmöglichkeit hatten.

Frage 3: „Wie groß ist ungefähr ein 11-jähriger Schüler?“

1,35 m	61
135,0 m	11
0,135 m	3
135,0 m & 1,35 m	6
1,35 m & 0,135 m	1
keine Antwort	2

Richtige Antwort:

Diese Frage scheint wieder etwas einfacher gewesen zu sein. 61 Kinder kreuzten die richtige Antwort an. Das könnte daran liegen, dass Größenangaben in vielen Familien auch zuhause mit „Dezimalzahlen“ gemacht werden.

135,0 m:

Diese Falschantwort war bei weitem die häufigste. Wenn wir die sechs Schülerinnen und Schüler dazurechnen, die 135,0 m und 1,35 m ankreuzten, unterliegen 17 der falschen Annahme, dass 135,0 m die richtige Antwort sei. Der wahrscheinlichste Grund hierfür ist, dass man im Alltag die Größenangaben auch in Zentimeter macht. Die Kinder sind daher gewohnt, dass ihre Größe mit einer Zahl um 135 angegeben wird. Dass in der Aufgabe aber die Einheit Meter stand, war ihnen höchstwahrscheinlich nicht aufgefallen.

0,135 m:

Diese Falschantwort wurde nur von 4 Kindern für richtig gehalten. Auch hier ist die Schülerin, die 1,35 m zusätzlich ankreuzte, schon mitgezählt. Ich vermute einen ähnlichen Grund wie bei der vorigen Antwort; auch hier kam den Kindern 135 aus dem Alltag sehr bekannt vor. Dass davor „0“ stand, ignorierten sie wahrscheinlich. Auch hier fehlt das Grundverständnis für Größenordnungen und Einheiten. Hier liegt vermutlich zusätzlich ein Problem mit der „Kein-Komma-Vorstellung“ vor.

Zwei – Kreuze:

Alle sieben Schüler und Schülerinnen, die zwei Kreuze machten, wählten auch die richtige Antwort. Sie erkannten zwar die richtige Antwort, glaubten aber, dass auch die zweite Zahl, die gleiche Körpergröße bedeute. Ich glaube, dass sie Zentimeter anstatt Meter gelesen haben.

Keine Antwort:

Zwei Kinder gaben keine Antwort, vielleicht waren sie sich nicht sicher und trauten sich deshalb nicht anzukreuzen.

Allen Kindern war zumindest klar, dass 13,5 m nicht stimmen kann, was meine Vermutung verstärkt, dass sie die Angabe in Metern und Zentimetern kennen, aber nicht auf die angegebene Einheit achteten.

Frage 4: „Schreibe als Kommazahl:“

a) 4 Hundertstel

richtig	4
falsch	35
keine Antwort	45

Diese Frage war scheinbar die schwierigste des gesamten Fragebogens, lediglich vier Kindern gelang es, die richtige Antwort zu geben.

Das größte Problem hatten die Schüler und Schülerinnen mit dem Wort Kommazahl. Erst nachdem ich ihnen gesagt hatte, dass es sich dabei um diese Zahlen mit Beistrich handle, war es ein paar Kindern klar, was sie zu tun hatten.

Häufigste Falschantworten:

400 / 400,00	16
4,00	11
0,4 / 0,400	4

400 bzw. 400,00:

Das war mit Abstand die häufigste Antwort. Es war jedoch nicht überraschend, dass die Kinder mit dem Stellenwert Hundertstel große Probleme hatten. Bisher kannten sie aus dem Unterricht ja nur Hunderter. Von den 16 Kindern, die die Antwort gegeben hatten, beachteten nur zwei, dass sie ja Kommazahlen schreiben sollten. Auffällig ist, dass diese beiden genau zwei Kommastellen schrieben (eventuell: „Geld-Denken“ vgl. HECKMANN).

4,00:

Die zweithäufigste Antwort gaben elf Kinder. Ich nehme an, dass auch die meisten dieser Kinder den Unterschied zwischen Hundertstel und Hunderter nicht kannten. Diese Kinder beachteten jedoch die Angabe, dass die eine Kommazahl schreiben sollten. So nahmen sie wahrscheinlich 400 und setzten einfach ein Komma.

Es könnte aber auch sein, dass sie von rechts nach links in Analogie zu Einern, Zehnern und Hundertern an „Eintel“, Zehntel und Hundertstel gedacht haben.

0,4 bzw. 0,400:

Diese beiden Antworten wurden nur von insgesamt vier Kindern gegeben, damit war diese Lösung gleich beliebt wie die richtige Antwort. Für die erste Schreibweise gibt es zwei mögliche Begründungen:

Das Kind glaubt, dass die Zehntel- kleiner als die Hundertstelstelle sei, da ja auch Zehner kleiner als Hunderter sind.

Das Kind hat die „Komma-trennt-Vorstellung“ und schreibt 400 als zweite natürliche Zahl, weiß aber, dass man die Nuller weglassen darf.

Bei der zweiten Schreibweise kommt nur die zweite Möglichkeit in Frage; das Kind weiß jedoch noch nicht, dass man die Nuller weglassen darf.

b) 6 Zehntel

richtig	8
falsch	30
keine Antwort	46

Auch diese Frage bereitete viele Probleme. Immerhin gab es diesmal acht richtige Antworten, wobei man beachten muss, dass die „Komma-trennt-Vorstellung“ hier auch zum richtigen Ergebnis führt.

Häufigste Falschantworten:

60 / 60,00	15
6,00 / 6,0	9

60 bzw. 60,00:

Auch beim zweiten Punkt dieser Frage war die Variante, Zehntel mit Zehnern gleichzusetzen, die beliebteste. Wieder bemerkten nur zwei, dass sie irgendwo ein Komma brauchen, sie schrieben daher „60,00“. Auffällig ist, dass sie wieder zwei Nachkommastellen verwendeten. Das lässt auf „Geld-Denken“ schließen.

6,00 bzw. 6,0:

Von den neun Schülerinnen und Schülern schrieben fünf die erste Variante, die anderen vier entschieden sich für „6,0“.

Die zweite Variante kann analog zur Aufgabe 4 a) begründet werden. Die Kinder kannten den Unterschied zwischen Zehner und Zehntel nicht, haben dann versucht die Zahl „60“ als Kommazahl zu schreiben.

Wieso die Variante „6,00“ gewählt wurde, ist nicht klar. Es hat möglicherweise damit zu tun, dass die Kinder Zahlen mit zwei Nachkommastellen bevorzugen.

c) 3 Einer 7 Zehntel 2 Hundertstel

richtig	10
falsch	31
keine Antwort	43

Diesen Teil der Aufgabe 4 konnten zehn Kinder richtig beantworten, wobei die Taktik, die Ziffern hinzuschreiben und nach der ersten ein Komma zu setzen, auch zum Erfolg führt.

Häufigste Falschantworten:

273	20
2,73	4

Die beliebteste Lösungsstrategie war die Ziffernreihenfolge umzudrehen. 25 Kinder wählten eine Antwort, bei der die zwei Hundertstel an erster Stelle und die drei Einer an der letzten Stelle waren.

273:

20 Kinder glaubten, dass 273 die richtige Antwort sei. Mit großer Wahrscheinlichkeit verwechselten sie Hunderter mit Hundertstel und Zehner mit Zehntel. Da sie zu diesem Zeitpunkt die „Dezimalzahlen“ noch nicht kannten, ist dies auch nicht weiter verwunderlich. Dass sie als Antwort eine Kommazahl schreiben sollten, ignorierten sie einfach.

2,73:

Vier Kinder machten vermutlich auch den gleichen Fehler, wie oben, sie lasen aber die Angabe genauer und setzten dann einfach ein Komma. Hätten sie die Ziffern einfach unreflektiert in der angegebenen Reihenfolge gelassen, hätte diese Strategie zum richtigen Ergebnis geführt.

Frage 5: „Markiere an den 1-Liter-Messbechern mit einem langen Strich:“

0,2 l

richtig	30
falsch	22
keine Antwort	32

Bei Aufgabe 5 mussten die Kinder an einem Messbecher die entsprechende Menge markieren. Eine Skala war vorgegeben, ein Strich entsprach 0,2 Litern.

Diese Aufgabe könnte einigen schon von zuhause bekannt vorkommen, falls sie ihren Eltern schon mal beim Kochen oder Backen geholfen haben.

Offensichtlich hat aber ein größerer Teil der Kinder noch nicht solche Erfahrungen gemacht, da mehr als die Hälfte die falsche bzw. keine Antwort gab.

Häufigste Falschantworten:

Markierung bei 0,2 cm	9
Markierung bei 2. Strich	7
Markierung bei 3. Strich	4

Markierung bei 0,2 cm:

Neun Kinder ignorierten die vorgegebene Skala und maßen einfach 0,2 cm ab. Ich finde jedoch bemerkenswert, dass sie sich hier mit der Zahl 0,2 offenbar nicht schwer taten und richtig vermuteten, dass 0,2 Zentimeter 2 Millimeter sind.

Markierung bei 2. Strich:

Sieben Kinder glaubten, dass der zweite Strich, der ja 0,4 Litern entsprach, der richtige sei. Ich denke, dass sie 0,2 mit dem 2. Strich in Verbindung brachten, also glaubten, ein Strich sei 0,1 Liter.

Markierung bei 3. Strich:

Vier Kinder setzten die 0,2-Liter-Markierung beim 3. Strich (entspricht 0,6 Litern). Möglicherweise dachten sie ähnlich wie die Kinder, die den zweiten Strich markierten, zählten dann jedoch von oben.

0,8 l

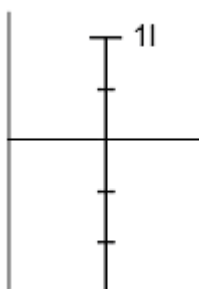
richtig	35
falsch	14
keine Antwort	35

Häufigste Falschantwort:

Markierung bei 0,8 cm	9
-----------------------	---

Die neun Kinder, die auch beim ersten Teil der Aufgabe 5) Liter mit Zentimetern gleichgesetzt hatten, taten das hier auch. Sie zeichneten bei 0,8 Zentimetern die Linie.

Frage 6: „Wie viel Wasser ist in den 1-Liter-Messbechern?“



richtig	22
falsch	28
keine Antwort	34

Die Umkehrung, der Aufgabe 5), konnten deutlich weniger Kinder richtig beantworten. Der Großteil verwendete die Dezimalschreibweise, lediglich drei wandelten in Milliliter um, drei weitere scheiterten an der Umwandlung (siehe häufigste Falschantworten).

Häufigste Falschantworten:

$\frac{1}{2}$ l / 0,5 / die Hälfte	9
0,2 l	3
60 ml	3

0,5 Liter:

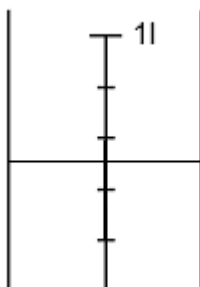
Die meisten Kinder glaubten, dass sich in dem Messbecher ein halber Liter befände. Es gab verschiedene Schreibweisen, die beinahe gleich häufig vorkamen. Drei Kinder schrieben $\frac{1}{2}$ l, vier schrieben 0,5 bzw. 0,50, zwei schrieben „die Hälfte“. Ich vermute, dass sie einfach nicht genau hingeschaut haben, da der Messbecher ja etwas über die 1-Liter-Markierung hinausgeht, könnte es sich nämlich durchaus um den halben Messbecher handeln.

0,2 Liter:

Drei Kinder glaubten, dass sich 0,2 Liter in dem Messbecher befänden. Möglicherweise zählten sie die Linien von oben ab.

60 ml:

Diese Antwort gaben drei weitere Kinder. Das Ablesen des Messbechers bereitete ihnen offenbar kein Problem. Vielmehr liegt ihr Fehler daran, dass sie die Umwandlung von Liter in Milliliter nicht beherrschen.



richtig	22
falsch	28
keine Antwort	34

Auch diesen Teil der Aufgabe 6) beantworteten 22 Kinder richtig. Der Großteil, nämlich 18 Schülerinnen und Schüler, wählten die Dezimalschreibweise: 0,5 l, wobei zwei 0,50 l schrieben. Zwei Kinder schrieben als Bruch, $\frac{1}{2}$ l, ein Mädchen schrieb „ein halber Liter“, ein Bub antwortete 500 ml.

Zwei Kinder versuchten auch die Lösung in Millilitern anzugeben, wandelten aber falsch um (50 ml).

28 Kinder gaben eine falsche Antwort, wobei zu beachten ist, dass die meisten Falschantworten nur einmal gegeben wurden und ich somit keine allgemeine Fehlerstrategie feststellen konnte. Mit Ausnahme der unten besprochenen häufigsten Falschantwort.

Häufigste Falschantwort:

0,45 l	8
--------	---

Dass sich 0,45 l in dem Messbecher befinden, meinten acht Kinder. Eines dieser Kinder wandelte die Zahl in Milliliter um. Ein weiteres schrieb 45 ml, wobei ich annehme, dass das Kind sehr wohl 0,45 l meinte, ihm aber nicht klar war, dass ein Liter 1000 Milliliter hat. Ich denke, diese Antwort wurde deshalb so häufig gegeben, da die Kinder nicht glaubten, dass sich eine so schöne Zahl, wie 0,5, zwischen zwei Markierungen befinden kann.

Frage 7: „Addiere“

a) $2,4m + 6,59 m =$

richtig	17
falsch	63
keine Antwort	4

Bei dieser Frage sollten die Kinder eine Addition von Zahlen mit unterschiedlich vielen Nachkommastellen durchführen. Hier glaubten fast alle Kinder, dass sie die Aufgabe lösen könnten.

Obwohl 80 Schülerinnen und Schüler eine Antwort gaben, schafften es nur 17 richtig zu rechnen. Da die Kinder bis jetzt noch nicht mit „Dezimalzahlen“ gerechnet hatten, ist es aber auch nicht weiter verwunderlich.

Häufigste Falschantworten:

8,63 m	51
9,3 m	7

8,63 m:

Zum Ergebnis „8,63 m“ kamen 51 Kinder. Um auf dieses Ergebnis zu kommen, verwenden die Kinder die „Komma-trennt-Vorstellung“. Sie rechneten $2 + 6$ und $4 + 59$. Wie das Ergebnis zeigt, hat ein Großteil der Kinder diese Fehlvorstellung, bevor sie sich mit den „Dezimalzahlen“ im Unterricht auseinander setzen.

9,3 m:

Sieben Kinder kamen zum Ergebnis „9,3 m“. Möglicherweise addierten sie die Zahlen 2,4 und 6,9, weil sie vielleicht die 5 Zehntel übersehen hatten.

b) $4,6\text{ m} + 3,9\text{ m} =$

richtig	25
falsch	52
keine Antwort	7

Die Erfolgsrate beim Teil b) dieser Aufgabe liegt doch etwas höher als beim Teil a), obwohl diesmal sogar sieben Kinder nichts geantwortet haben. Von den 25 Kindern die das richtige Ergebnis erhielten, schrieben drei „8,50“. Das kommt vielleicht daher, dass man aus dem Alltag öfter auf Zahlen mit zwei Nachkommastellen trifft. Es ist jedoch auffällig, dass einige Kinder, die zwar beim ersten Teil der Aufgabe nach der „Komma-trennt-Vorstellung“ vorgegangen waren, diesmal kein Problem mit dem Übertrag auf die Einerstelle hatten.

Häufigste Falschantwort:

7,15 m	44
--------	----

Obwohl 49 Kinder ihre Lösungsstrategie nach der „Komma-trennt-Vorstellung“ wählten, kamen nur 44 auf das Ergebnis 7,15 m, die anderen fünf haben sich wahrscheinlich verrechnet. (z.B.: 8,15; 6,15; 7,14).

Frage 8: „David hat eine 0,95 m lange Leiste. Er sägt hiervon ein Stück von 0,6 m Länge ab. Wie lang ist das Reststück?“

richtig	9
falsch	61
keine Antwort	14

Bei dieser Aufgabe ging es um eine Subtraktion, die man mithilfe der Skizze eines Meterstabes lösen sollte. Nur neun Kinder kamen zur richtigen Lösung, wobei zwei auf Zentimeter umgewandelt haben. Sie haben die vorgegebene Einheit Meter durchgestrichen und Zentimeter darüber geschrieben. Ein

weiterer Bub kam zwar auf die Zahl 35, erkannte aber nicht, dass die Einheit Meter in diesem Fall nicht stimmen kann (wurde selbstverständlich als falsches Ergebnis gewertet).

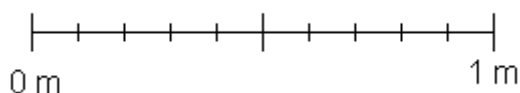
Häufigste Falschantworten:

0,89 m	29
89 m	13

0,89 m bzw. 89 m:

Die meisten Fehler kamen wiederum durch die „Komma-trennt-Vorstellung“ zustande. So rechneten 42 Kinder $95 - 6 = 89$. Von diesen schrieben dann 29 0,89 m, da sie erkannten, dass die Antwort 89 m nicht stimmen kann. (Die Einheit Meter war ja vorgegeben). Die restlichen 13 Schüler und Schülerinnen haben nicht auf die Einheit geachtet und die Zahl 89 eingefügt.

Zeichne ein:



richtig	7
falsch	55
keine Antwort	22

Diese Hilfestellung zum Lösen der Aufgabe hat die Kinder eher verwirrt, als dass sie geholfen hätte. Offenbar sind sie es nicht gewohnt, Aufgaben auch graphisch zu lösen. Von den neun Kindern, die das richtige Ergebnis erhielten, schafften es nur sieben die Lösung graphisch darzustellen. Die zwei anderen zeichneten die 0,35 m an einer falschen Stelle ein (die Markierung war bei 0,45 m). Der Schüler, der als Antwort „35 m“ gegeben hatte, löste diesen Teil der Aufgabe nicht.

Auffällig ist, dass verglichen mit dem rechnerischen Teil acht Kinder mehr den zeichnerischen Teil ausgelassen haben.

Von den 42 Kindern, die den ersten Teil entweder mit 0,89 m oder mit 89 m beantwortet hatten, zeichneten immerhin 37 ihre Antwort richtig ein, was meine Vermutung verstärkt, dass die Kinder, die die Antwort 89 m gegeben hatten, eigentlich Zentimeter meinten, wobei jedoch drei von ihnen diesen Teil nicht lösten.

Frage 9: „Um wie viel ist...“

Auch bei dieser Frage war eine Subtraktion durchzuführen, wobei die Angabe für Kinder mit der „Komma-trennt-Vorstellung“ ziemlich verwirrend war. Da diese ja der Meinung sind, dass 0,25 m länger als 0,8 m seien, da ja auch 25 größer als 8 ist.

a) *0,25 m kürzer als 0,8 m?*

richtig	14
falsch	36
keine Antwort	34

14 Kinder kamen auf die richtige Lösung, nur zwei von ihnen wandelten auf Zentimeter um.

Häufigste Falschantworten:

0,17 m	17
17 m	4
nein	3
0,25 m ist länger als 0,8 m	2

0,17 m bzw. 17 m:

Die Schülerinnen und Schüler, die auf eines dieser beiden Ergebnisse gekommen waren, hatten offensichtlich die „Komma-trennt-Vorstellung“ bzw. die „Kein-Komma-Vorstellung“. Die oben erwähnte Problematik, dass 0,25 m dann länger als 0,8 m seien, lösten sie, indem sie es ignorierten und kurzerhand $0,25 - 0,8$ rechneten, bzw. $25 - 8$. 17 Kinder kamen dann zum Ergebnis 0,17 m. Vier Kinder störte es nicht, dass plötzlich 17 m Unterschied sind. Hier fehlt wohl jegliches Verständnis für Größenordnungen.

nein bzw. 0,25 m ist länger als 0,8 m:

Fünf Kinder dachten offensichtlich, dass 0,25 m länger als 0,8 m sind. Auch diese fünf Kinder haben die „Komma-trennt-Vorstellung“. Man kann also sagen, dass ihr mathematisches Verständnis schon etwas größer ist, als das der Kinder, die die oben erwähnten Antworten gaben.

b) *0,25 Liter weniger als 0,5 Liter?*

richtig	17
falsch	35
keine Antwort	32

Bei Teil b) gaben sogar 17 Kinder die richtige Antwort. Ein Kind, das sich bei a) geirrt hatte und zwei Kinder, die nichts geantwortet hatten, kamen jetzt zum richtigen Ergebnis. Keines der Kinder versuchte Liter in Milliliter umzuwandeln. Auffällig war, dass viele Kinder anstatt der Einheit Liter die Einheit Meter verwendeten.

Häufigste Falschantworten:

0,20 l	18
20 l	4
nein	3
0,25 l ist mehr als 0,5 l	3
ja	3

0,20 l bzw. 20 l:

Hauptsächlich die Schülerinnen und Schüler, die bei a) nach der „Komma-trennt-Vorstellung“ vorgegangen waren, rechneten auch hier $0,25 - 0,5$ bzw. ohne Komma $25 - 5$. Diesmal kamen 18 Kinder auf 0,20 l, wobei alle einen Nuller an der Hundertstelstelle schrieben. Die zusätzliche Schülerin rechnete wahrscheinlich auch bei a) mit dieser Strategie, hatte sich aber verrechnet. Die vier Kinder, die auch schon vorher kein Gefühl für die Größenordnung hatten, kamen wieder auf ein Ergebnis ohne Komma.

nein bzw. 0,25 l ist mehr als 0,5 l:

Hier meinten sechs Schülern bzw. Schülerinnen auf, dass 0,25 l mehr als 0,5 l wären, entsprechend der „Komma-trennt-Vorstellung“.

ja:

Diese drei Kindern könnten die Aufgabe missverstanden haben und interpretierten die Frage so: „Ist 0,25 l weniger als 0,5 l?“.

c) *0,25 kleiner als 0,7?*

richtig	11
falsch	37
keine Antwort	36

Hier gab es nur elf richtige Antworten. Wobei ein Schüler vermutlich die Zahl nur falsch aufgeschrieben hat (0,54 statt 0,45), eine weiteres Kind schrieb 45 m. Obwohl die Kinder bei den ersten beiden Teilen der Nummer 9) kaum umgerechnet hatten, schien es ihnen ohne Einheit viel schwerer zu fallen diese Aufgabe zu lösen. 37 Kinder gaben eine falsche Antwort und 36 beantworteten diese Frage nicht. Darunter waren auch einige, die die Aufgabe b) noch richtig gelöst hatten.

Häufigste Falschantworten:

0,18	18
18	4
nein	6
0,25 ist größer als 0,7	2

0,18 bzw. 18:

Wie schon bei den ersten beiden Teilaufgaben rechneten diese 22 Schülerinnen bzw. Schüler das Beispiel nach der „Komma-trennt-Vorstellung“ aus und ignorierten die Tatsache, dass sie dann die vermeintlich größere von der kleineren subtrahieren mussten. Auffällig war, dass einige Kinder die Einheit Meter zu ihrem Ergebnis schrieben.

nein bzw. 0,25 ist größer als 0,7:

Bei der letzten Teilaufgabe von Nummer 9) fiel es schon acht Kindern auf, dass sie die vermeintlich größere Zahl von der kleineren abziehen sollten.

Frage 10: „Diana kauft sieben Sackerl Gummibären. In jedem Sackerl sind 0,2 kg.
Wie viel kg Gummibären hat Diana insgesamt gekauft?“

richtig	20
falsch	59
keine Antwort	5

Frage 10) erschien den Kindern etwas einfacher als die vorige Aufgabe. Immerhin 20 konnten sie auch richtig lösen. Und nur fünf gaben keine Antwort. Aber 59 Kinder beantworteten diese Frage falsch.

Häufigste Falschantworten:

0,14 kg	33
14 kg	15

0,14 kg:

Diese Antwort wurde mit Abstand am häufigsten gegeben. Wiederum lässt sich diese falsche Antwort mit der „Komma-trennt-Vorstellung“ erklären.

14 kg:

Diese falsche Antwort wurde wahrscheinlich aufgrund der „Kein-Komma-Vorstellung“ gegeben. Die Kinder ignorierten einfach das Komma und setzten anschließend auch keins mehr.

Die restlichen Falschantworten kamen hauptsächlich durch falsches Umrechnen von Kilogramm auf Gramm bzw. Dekagramm zustande. Z.B.: 14 g, 1 kg 4 g, 1 kg 4 dag.

Frage 11: „Ein Kilogramm Fleisch kostet 6,79 €. Wie viel kosten 10 Kilogramm?“

richtig	42
falsch	24
keine Antwort	18

Diese Frage konnten immerhin 50 Prozent der Schülerinnen und Schüler richtig lösen, wobei die gängige Schreibweise für Geldbeträge auch die beliebteste war. 32 Kinder schrieben also 67,90 €, acht weitere wählten die Schreibweise 67 € 90 c. Ein Mädchen verschob einfach das Komma um eine Stelle nach rechts und schrieb 67,9 €. Ein anderes wandelte einfach die Zahl 6,79 € in Cent um und gab auch die Antwort in Cent (6790 c)

Häufigste Falschantworten:

60,79 €	10
679 €	3
6790 €	3

60,79 €:

Die häufigste Falschantwort war 60,79 €. Zehn Kinder glaubten, dass dies die richtige Lösung sei. Die Kinder rechneten wahrscheinlich mit Hilfe der „Komma-trennt-Vorstellung“, also 6 mal 10 ergibt 60 und 79 mal 10 ergibt 790. Vermutlich aus dem Grund, dass bei Geldbeträgen eine dritte Kommastelle keinen Sinn macht, haben sie den Nuller weggelassen.

6790€:

Die drei Kinder, die so antworteten, haben offenbar die „Kein-Komma-Vorstellung“ und die Rechnung ohne Komma berechnet und dann auch keins mehr gesetzt. Man sieht, dass diese Kinder kein Gefühl für größere Zahlen und Geldbeträge haben.

679 €:

Diese Antwort gaben drei Kinder. Vielleicht kam ihnen der Betrag 6790 € zu hoch vor und sie ließen deshalb den Nuller an der Einerstelle weg. Jedenfalls konnten diese Kinder mit dem Komma nicht viel anfangen und verwendeten es bei ihrem Ergebnis auch nicht mehr.

Frage 12: „Carmen sägt ein 4,5 m langes Brett genau in der Mitte durch. Wie lang ist jede Hälfte?“

richtig	35
falsch	37
keine Antwort	13

Die meisten der Kinder hatten bisher in ihrer Schullaufbahn noch keinen Kontakt mit „Dezimalzahlen“ gehabt und Divisionen natürlicher Zahlen nur mit Rest gelöst. Umso spannender war es also zu sehen, wie sie nun mit einer derartigen Rechnung umgingen.

35 Schüler und Schülerinnen schafften es diese Frage richtig zu beantworten, die meisten von ihnen wählten die Schreibweise als „Dezimalzahl“ (31). Ein Kind war besonders kreativ und schrieb die letzte Ziffer etwas kleiner als die vorhergehenden (2,2₅ m). Die drei restlichen Kinder wandelten die 4,5 m in 4 m 50 cm bzw. 4 m 5 dm um und kamen zu den Ergebnissen 2 m 25 cm bzw. 2 m 2 dm 5 cm.

37 Kinder versuchten die Aufgabe zu lösen, kamen aber nicht auf das richtige Ergebnis, da sie mit dem Rest nicht zu Recht kamen oder aber eine unkorrekte, aber sehr kreative Schreibweise wählten.

Häufigste Falschantworten:

2,2 oder 2,3	8
$2,2\frac{1}{2}$ m	7
2,5 m	4

2,2 m oder 2,3 m:

Acht Kinder dividierten die Zahl, wie sie es von den natürlichen Zahlen gewohnt waren und setzten intuitiv das Komma an die richtige Stelle, beendeten die Rechnung aber sobald sie die Zehntelstelle geteilt hatten, folglich blieb ihnen ein Rest. Vier Kinder schrieben dann als Antwort „2,2 m oder 2,3 m“. Vielleicht fiel ihnen auf, dass sich die Größe der „Hälften“ in diesem Fall unterschied. Drei weitere schrieben „2,2 m und es bleibt 1 Rest“. Eine sehr kreative Lösung hatte der letzte Bub. Seine Antwort war lediglich „2,3 m“. Aufgrund seiner Nebenrechnung erkannte ich aber, dass er sehr wohl auf das Ergebnis „2,2 m und 1 Rest“ kam. Er zählte den Rest jedoch zu der Zehntelstelle dazu und kam somit auf sein Ergebnis.

Auch einige andere Kinder kamen auf ein Ergebnis, bei dem sie einen Rest ließen, jedoch hatten sie sich irgendwo verrechnet oder setzten bei ihrem Ergebnis kein Komma. Alle diese Antworten hatten eins gemeinsam, es blieb immer der Rest „1“, kein Kind kam auf die Idee einen Rest von „0,1“ anzugeben. Mich wundert das nicht, da ich der Meinung bin, dass nur wenige Kinder den Hintergrund des schriftlichen Dividierens tatsächlich durchschauen. Vielmehr wenden sie es als unreflektiertes Kochrezept an. Kaum einem Kind dürfte klar sein, dass der Rest sich jeweils auf den Stellenwert bezieht. Dieser Umstand ändert sich höchstwahrscheinlich auch nicht, wenn im Unterricht die Division mit „Dezimalzahlen“ behandelt wird. Zum erfolgreichen Abschluss der Schule wird dieses Wissen ohnehin nicht benötigt, denn man kommt ja auch mit sturem Anwenden der gelernten Regeln ans Ziel. Dies trifft genauso auch auf die anderen Grundrechnungsarten zu, der Schüler muss den mathematischen Hintergrund nicht verstehen um auf richtige Ergebnisse zu kommen, wobei ich

glaube, dass das schriftliche Lösen der anderen drei Grundrechnungsarten von besseren Schülern aber durchaus verstanden wird.

$2,2\frac{1}{2}$ m:

Diese Antwort war eine der oben erwähnten kreativen Schreibweisen. (weitere Schreibweisen, die jeweils nur von einem Kind gewählt wurden: $2,2,5$; $2,2,\frac{1}{2}$.)

Diese sieben Kinder erkannten schon, dass man den Rest offensichtlich weiter teilen kann, da aber Fehlvorstellungen wie „Komma-trennt“ oder „Kein-Komma“ für die Hundertstelstelle eine falsche Interpretation liefern und die Zahl daher vergrößern würden (25 ist ja nicht die Hälfte von 5), suchten sie nach einer anderen und meiner Meinung auch sehr guten Lösung, mit der man als Lehrperson sicher gut weiterarbeiten kann. Offenbar erkannten sie, dass die Hälfte von fünf zweieinhalb ist. Irgendwoher kannten sie auch die Bruchschreibweise, eventuell vom gemeinsamen Kochen und Backen mit der Familie.

2,5 m:

Diese Antwort wurde von vier Kindern gegeben. Vielleicht haben sie die Zehntelstelle aus Versehen ausgelassen. Womöglich aufgrund der „Komma-trennt-Vorstellung“ teilten sie die Zahl vor dem Komma, ignorierten aber die Zahl hinter dem Komma. Um meine Vermutung zu überprüfen, wäre es interessant gewesen, diesen Kindern eine Aufgabe zu stellen, bei der man beide Zahlen ohne Rest teilen kann. Aufgrund von Zeitmangel konnte ich dies aber leider nicht durchführen.

3. Vorwissen über Dezimalzahlen in der 1. Klasse Hauptschule (1. Leistungsgruppe, 1. Fragebogen)

Auch die Schülerinnen und Schüler der Hauptschule füllten den 1. Fragebogen in der ersten Schulwoche aus. Aus der ersten Leistungsgruppe nahmen 42 Kinder teil. Leider konnte ich bei der Durchführung nicht anwesend sein, da ich mich zu der Zeit um die Fragebögen in der AHS kümmerte. Soweit ich von einigen betroffenen Lehrpersonen erfuhr, gaben sie ihren Schülern ein Zeitlimit von einer Viertelstunde, weshalb die letzten Aufgaben vielleicht etwas schlechter ausgefallen sind. In der AHS hatten die Kinder keinen Zeitdruck und durften alle den Fragebogen fertig ausfüllen, die meisten waren aber auch in 15 Minuten fertig.

Frage 1: „Kreuze jeweils die längere Strecke an.“

a) 7,3 cm oder 7,5 cm

7,5 cm	37
zwei Kreuze	4
keine Antwort	1

Wie in der AHS gaben die meisten Schüler die richtige Antwort.

Aber auch hier kreuzten vier Kinder beide Antwortmöglichkeiten an. Ich nehme an, aus dem Grund, dass sie spaltenweise verglichen, wie in der AHS, da auch hier nur die erste Zeile angekreuzt wurde.

b) 6,1 cm oder 5,9 cm

6,1 cm	32
keine Antwort	10

Obwohl ich diese Aufgabe für einfacher als die Frage a) hielt, gab es hier nur 32 richtige Antworten. Aber alle, die antworteten, gaben auch die richtige Antwort.

Diesmal gaben zehn Kinder keine Antwort. Das eine, das schon bei a) nicht geantwortet hatte, und die vier, die spaltenweise verglichen hatten, wundern mich ja nicht. Vielleicht glaubten die vier anderen, dass nur die längste Strecke anzukreuzen war und hielten die Aufgabe schon bei a) für gelöst.

c) 4,6 cm oder 4,58 cm

4,6 cm	7
4,58 cm	25
keine Antwort	10

Wie auch schon in der AHS war die Fehlerquote bei c) eklatant höher als bei den beiden vorigen Aufgaben. Die Aufgabe fiel sogar noch etwas schlechter aus als in der AHS (im Gegensatz zu den vorigen Aufgaben, die in der ersten Leistungsgruppe leicht besser ausfielen). Ein möglicher Grund hierfür könnte sein, dass in der Hauptschule fast alle Kinder die Volksschule Kitzbühel besucht hatten, das Gymnasium aber von Kindern aus unterschiedlichen Volksschulen besucht wird. Möglicherweise kamen die Volksschulen aus den umliegenden Dörfern etwas weiter als die Volksschule Kitzbühel. Ein weiterer Grund für das bessere Abschneiden in der AHS könnten Repetenten sein, die mit diesen Fragen wahrscheinlich weniger Probleme haben. In einer ersten Leistungsgruppe der Hauptschule gibt es üblicherweise keine Repetenten.

Die möglichen Fehlvorstellungen, die hinter dieser falschen Antwort stehen können, wurden schon beim Fragebogen der AHS besprochen.

„Kannst du deine Antwort bei c) begründen?“

richtige Begründung	0
Zweifel an der Existenz von 4,58 cm	1
Begründung, dass 4,58 cm länger ist	1
unzureichende Begründung	3
keine Antwort	37

Keinem der sieben Kinder, die c) richtig beantwortet hatten, gelang es eine richtige Begründung zu finden, lediglich eines dieser Kinder begründete seine Antwort damit, dass es seiner Meinung nach 4,58 cm gar nicht gäbe. Dass 4,58 cm länger sei, konnte auch nur ein Kind begründen. Insgesamt versuchten nur fünf Schüler/innen diese Frage zu beantworten.

Wie auch schon in der AHS, war auch hier das Begründen sehr problematisch.

Zweifel an der Existenz von 4,58 cm:

Ein Kind schrieb als Begründung: „4,58 cm gibt es doch gar nicht, oder?“ Dem Kind fiel offenbar auf, dass es sich hier um Zentimeter handelt und es bezweifelt die Existenz von Längen, die genauer als Millimeter sind. Dies könnte daran liegen, dass es „Dezimalzahlen“ nur als kleinere Einheiten kennt. Zum Beispiel: 1,23 m sind 1 m und 23 cm oder 4,6 cm sind 4 cm und 6 mm. Da kleinere Längeneinheiten als Millimeter den Schülern noch nicht bekannt sind, fangen sie somit auch nichts mit Angaben an, die genauer als Millimeter sind. Aber ganz sicher war sich das Kind nicht, da die Begründung als Frage formuliert war.

Begründung, dass 4,58cm länger ist:

- „58 ist mehr als 6“

Diese falsche Begründung kannte ich schon vom Fragebogen der Gymnasiast/innen. Es wunderte mich nur, dass ich diese Antwort nicht öfter bekam.

Unzureichende Begründungen:

Nur drei Kinder versuchten immerhin eine Antwort zu formulieren, was ihnen jedoch misslang. Die gegebenen Antworten unterscheiden sich nicht von denen, die die Schüler und Schülerinnen der AHS formulierten.

Frage 2: „Wer ist am weitesten gesprungen?“

Manfred: 3,6m	3
Andreas: 3,281 m	37
Melanie 3,55 m	1
keine Antwort	1

Richtige Antwort:

Die Schülerinnen und Schüler der ersten Leistungsgruppe hatten große Schwierigkeiten diese Frage zu beantworten. Nur drei Kinder kreuzten „3,6 m“ an. Diese Kinder hatten auch schon die Frage 1c) richtig beantwortet.

3,281 m:

37 Kinder kreuzten die Zahl mit den meisten Kommastellen an. Vermutlich liegt es wieder an der „Komma-trennt-Vorstellung.“

3,55 m:

Ein Kind kreuzte 3,55 m an. Es könnte geraten haben oder auch aufgrund des „Geld-Denkens“ zu dieser Lösung gekommen sein.

Keine Antwort:

Wiederum ließ ein Kind diese Frage ganz aus, obwohl die Antwortmöglichkeit „Ich weiß es nicht“ zur Verfügung stand.

Frage 3: „Wie groß ist ungefähr ein 11-jähriger Schüler?“

1,35 m	27
135,0 m	9
13,5 m	1
1,35 m & 0,135 m	3
alle vier	1
keine Antwort	1

1,35 m:

27 Schüler und Schülerinnen kreuzten die richtige Antwort an. Der relative Anteil ist hier wieder etwas kleiner als der in der AHS. Die Tendenz, dass diese Aufgabe etwas einfacher ist als die vorige, ist aber auch hier die gleiche.

135,0 m:

Neun Kinder wählten diese Antwort (AHS: 11), vermutlich aus den gleichen Gründen, die ich bei den Gymnasiasten schon erwähnt habe.

13,5 m:

Da diese Antwort nur einmal gegeben wurde, nehme ich an, dass das betreffende Kind einfach geraten hat, wobei ich natürlich nicht ausschließen kann, dass das Verständnis für Größenordnungen fehlt.

1,35 m und 0,135 m:

Ähnlich wie an der AHS war auch hier von zwei Ankreuzungen eine richtig, wobei die drei Kinder als zweite Antwort „0,135 m“ ankreuzten. Diese Antwort wurde hier nur in dieser Kombination gegeben. Diese falsche Antwort beruht möglicherweise darauf, dass 0,135 m als 135 cm aufgefasst wurde.

Alle vier Antworten:

Ein Kind hielt alle vier Zahlen für richtig. Dieses Kind konnte offenbar mit „Dezimalzahlen“ überhaupt nichts anfangen oder hatte kein Gefühl für Größenordnungen.

Frage 4: „Schreibe als Kommazahl:“

a) 4 Hundertstel

richtig	2
falsch	13
keine Antwort	27

Im Gegensatz zur AHS fiel diese Frage nicht am schlechtesten aus. Was jedoch nicht bedeutet, dass die Kinder weniger Schwierigkeiten hatten, es heißt vielmehr, dass sie mit anderen Fragen noch größere Probleme hatten (z.B.: die Begründung von Frage 1). Wenn man die relativen Anteile vergleicht, so ist dieser für die richtigen Lösungen gleich hoch. Im Vergleich beantworteten hier aber knapp $\frac{2}{3}$ der Kinder die Frage gar nicht, bei den Gymnasiasten war es hingegen nur ca. die Hälfte, die keine Antwort gab.

Häufigste Falschantworten:

400 / 400,00	4
0,4 / 0,400	4

400 bzw. 400,00:

Die beiden Schreibweisen wurden jeweils von zwei Kindern gewählt. Die Verwechslung zwischen Hunderterstelle und Hundertstelstelle war bei den Schülerinnen und Schülern der Hauptschule bei weitem nicht so häufig wie bei den Gymnasiasten. Zudem verstanden die meisten Kinder, dass sie irgendwo

ein Komma setzen mussten. Wenn man alle Antworten zusammen nimmt, setzten lediglich vier Kinder kein Komma. Im Gymnasium waren es hingegen 15 Kinder, anteilmäßig also beinahe doppelt so viele.

0,4 bzw. 0,400:

Drei Kinder hielten die Antwort „0,4“ für richtig. Diese Antwort kann damit erklärt werden, dass die Kinder die Stellen nach dem Komma in Analogie zu Hundertern, Zehnern und Einern als Hundertstel, Zehntel und „Eintel“ interpretieren. Dies wird durch die „Komma-trennt-Vorstellung“ noch unterstützt.

4,00:

Diese bei den Gymnasiasten sehr beliebte Antwort kam in der ersten Leistungsgruppe nur einmal vor und erwies sich nicht als auffällige Antwort.

b) 6 Zehntel

richtig	4
falsch	9
keine Antwort	29

Interessanterweise erhöhte sich der Anteil der richtigen Lösungen in der ersten Leistungsgruppe genau gleich wie im Gymnasium. Zwei Kinder, die bei a) noch falsch geantwortet hatten, fanden jetzt die richtige Lösung, da ihre Strategie diesmal zum richtigen Ergebnis führte. Bei zwei Kindern führte die „Komma-trennt-Vorstellung“ zur richtigen Lösung, das eine schrieb sogar „0,60“ (siehe a)). Die beiden anderen hatten a) auch schon richtig beantwortet.

Häufigste Falschantworten:

60,00 / 60	3
0,060	2

60,00 bzw. 60

Wiederum waren diese beiden Falschantworten die häufigsten, da aber die meisten Kinder diese Frage nicht beantworteten, kamen die einzelnen Falschantworten auch nur selten vor. Diese Antwort spricht für eine Verwechslung von Zehnern und Zehnteln.

0,060

Zwei Kinder gaben diese Antwort, die darauf schließen lässt, dass die Kinder die Reihenfolge der Stellenwerte nach dem Komma nicht kennen und sie analog zu den bekannten Stellenwerten (Einer, Zehner, Hunderter) behandeln. Was mich verwundert, ist, dass bei a) dieser Lösungsansatz (Nuller bis zur Tausendstelstelle) nur einmal vorkam (das betreffende Kind gab diesmal aber die richtige Antwort), jetzt aber von zwei anderen Kindern gewählt wurde.

c) *3 Einer 7 Zehntel 2 Hundertstel*

richtig	2
falsch	11
keine Antwort	29

Anders als in der AHS, nahm hier die Anzahl der richtigen Antworten wieder ab, obwohl man das Ergebnis leicht erraten könnte. Doch die Orientierung an den bekannten Stellenwerten führte dazu, dass bei den meisten Antworten die Ziffernfolge umgedreht wurde (siehe häufigste Falschantworten). Lediglich die zwei Kinder, die auch schon bei a) und b) richtig geantwortet hatten, wussten hier die richtige Antwort. Die beiden Kinder, die bei b) richtig lagen, gaben diesmal eine falsche Antwort. Es ist also nicht nur die „Komma-trennt-Vorstellung“ allein für die Falschantworten der beiden Kinder verantwortlich, offenbar orientierten die beiden sich auch am bekannten Stellenwertsystem und folgerten, dass Hundertstel größer als Zehntel seien.

Die neun Kinder, die die vorige Frage falsch beantwortet hatten, lagen auch diesmal falsch. Die restlichen 29 gaben abermals keine Antwort.

Häufigste Falschantworten:

273	3
2,73	2
237,00	2

273:

Die drei betreffenden Kinder verwechselten offenbar Hunderter und Zehner mit Hundertstel und Zehntel, die Einerstelle konnten sie aber richtig belegen. Die Angabe, dass sie eine Kommazahl schreiben sollten, ignorierten sie einfach, da sie mit dem Begriff anscheinend noch nichts anfangen konnten.

2,73:

Auch hier orientierte man sich bei der Reihenfolge der Ziffern häufig an den bekannten Stellenwerten. Somit sind Hundertstel größer als Zehntel. Die bereits bekannte Einerstelle wurde wahrscheinlich zu „Eintel“ uminterpretiert. Eine „Dezimalzahl“ mit zwei Nachkommastellen, ist anscheinend sehr beliebt, denn nur ein Kind schrieb als Antwort „0,237“. Warum dieses Kind die Ziffern drei und sieben vertauscht hat, ist mir aber unklar. Ein anderes Kind antwortete „0,372“. Hier liegt die Vermutung nahe, dass dem Kind zwar die Reihenfolge der neuen Stellenwerte bekannt ist (also Zehntel sind größer als Hundertstel), aber es glaubt, dass das Komma die Stellenwerte spiegelt. Daher verrutscht die Zehntelstelle an die Hundertstelstelle, somit braucht es noch eine „Eintelstelle“ die die Rolle der Zehntelstelle einnimmt.

237,00

Zwei Kinder gaben diese Antwort. Warum diese die Reihenfolge der beiden Ziffern drei und sieben vertauschten, habe ich oben schon erwähnt. Interessant

ist wiederum, dass zwei Nuller bis zur Hundertstelstelle geschrieben wurden. Immerhin beachteten diese beiden Kinder, dass sie eine Kommazahl schreiben sollen.

Frage 5: „Markiere an den 1-Liter-Messbechern mit einem langen Strich:“

0,2 l

richtig	11
falsch	9
keine Antwort	22

Diese Frage war auch für die Schüler und Schülerinnen der ersten Leistungsgruppe etwas einfacher zu beantworten als die vorherigen Fragen. Nur die Fragen 1a), 1b und 3) konnten mehr Kinder richtig beantworten. In der AHS fiel diese Frage dennoch etwas besser aus, dort wurde die Frage von etwas mehr als einem Drittel der Kinder gelöst, wohingegen hier nur etwas mehr als ein Viertel die richtige Antwort wusste.

Häufigste Falschantworten:

Markierung bei 0,2 cm	3
Markierung bei 2. Strich	3

Markierung bei 0,2 cm:

Drei Kinder setzten ihre Markierung bei 0,2 cm, der Anteil der Kinder in der AHS, die diese Antwort gaben, war wesentlich höher.

Markierung bei 2. Strich:

Auch diese Lösungsstrategie kenne ich schon von den Gymnasiasten und Gymnasiastinnen. Diesmal glaubten drei Kinder, dass ein Strich 0,1 Litern entspricht.

0,8 l

richtig	11
falsch	8
keine Antwort	23

Diese Frage konnten alle Kinder, die den ersten Teil dieser Frage richtig beantwortet hatten, wieder richtig lösen. Lediglich ein Kind, das die erste Teilaufgabe falsch hatte, gab diesmal keine Antwort mehr.

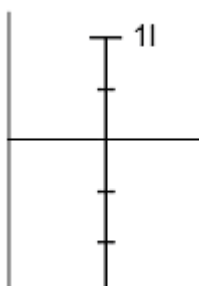
Häufigste Falschantwort:

Markierung bei 0,8 cm	5
-----------------------	---

Markierung bei 0,8 cm:

Diesmal setzten fünf Kinder ihre Markierung bei 0,8 cm, im Gegensatz zur AHS, wo nur die Kinder diese Strategie anwandten, die dies auch schon bei der ersten Teilaufgabe getan hatten. Die Kinder, die glaubten, dass ein Teilstrich einem Volumen von 0,1 Litern entspräche, hatten jetzt natürlich Schwierigkeiten, deswegen wechselten sie wahrscheinlich ihre Strategie. Eines dieser Kinder gab hier auch keine Antwort mehr.

Frage 6: „Wie viel Wasser ist in den 1-Liter-Messbechern?“



richtig	3
falsch	19
keine Antwort	20

Genau wie an der AHS konnten auch die Hauptschüler mit der Umkehraufgabe viel weniger anfangen als mit Aufgabe 5). Lediglich drei Kindern gelang es die Aufgabe zu lösen. Sie verwendeten die Dezimalschreibweise.

Häufigste Falschantworten:

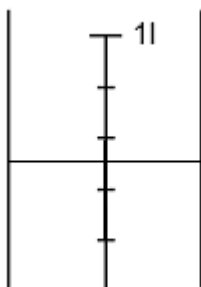
$\frac{1}{2}$ l / 0,5 / die Hälfte	9
0,05 l	2

0,5 l:

Acht Kinder vermuteten, dass sich ein halber Liter im Messbecher befände. Wieder gab es unterschiedliche Schreibweisen, wobei „0,5 l“ die beliebteste war (viermal), ein Kind schrieb „0,50l“, die anderen beiden Schreibweisen kamen jeweils zweimal vor. Es fällt auf, dass genauso viele Kinder wie im Gymnasium diese Antwort wählten, obwohl beim Test in der AHS doppelt so viele Kinder teilgenommen hatten.

0,05 l:

Besonders auffällig war, dass die meisten Kinder eine Antwort mit der Ziffer fünf wählten, von diesen kam abgesehen von den obigen Antworten nur noch diese öfter als einmal vor. Lediglich zwei Kinder versuchten Antworten mit der Ziffer sechs zu geben (60 bzw. 6). Möglicherweise dachten die Kinder, dass „0,05 l“ richtig sei, da ihnen „Dezimalzahlen“ mit zwei Nachkommastellen vertrauter vorkommen.



richtig	3
falsch	13
keine Antwort	26

Auch bei der zweiten Teilaufgabe der Frage 6) konnten drei Kinder die richtige Antwort geben. Es waren wieder dieselben.

Häufigste Falschantwort:

5 l	2
-----	---

Es gab keine einheitliche Linie bei den Falschantworten, nur die oben genannte kam zweimal vor. Diese Kinder haben scheinbar erkannt, dass ein Teilstrich zwei Einheiten zählt, sie scheiterten aber daran, dass sich diese Einheit auf Zehntelliter bezieht.

Die häufigste Falschantwort in der AHS, nämlich „0,45 l“, kam nur von einem Kind.

Frage 7: „Addiere“

a) $2,4m + 6,59 m =$

richtig	3
falsch	32
keine Antwort	7

In der AHS war diese Aufgabe zwar auch eine der schwierigeren, doch konnten sie dort immerhin 20 Prozent lösen. Dies bestärkt meine Vermutung, dass man in manchen Volksschulen die „Dezimalzahlen“ schon ein bisschen behandelt hat.

Häufigste Falschantwort:

8,63 m	29
--------	----

Fast alle Kinder kamen auf das Ergebnis „8,63 m“. Ein Kind hatte vermutlich die gleiche Lösungsstrategie, kam aber auf ein Ergebnis von „8,43 m“. Somit haben anscheinend 30 Kinder diese Aufgabe mit Hilfe der „Komma-trennt-Vorstellung“ zu lösen versucht.

Die restlichen Falschantworten wurden jeweils nur einmal gegeben, es kam auch einmal die zweithäufigste Falschantwort der AHS-Schüler (9,3 m) vor.

b) $4,6\text{ m} + 3,9\text{ m} =$

richtig	8
falsch	24
keine Antwort	10

Diese Teilaufgabe konnten überraschenderweise acht Kinder richtig beantworten. Anscheinend ist der Übertrag von der Zehntel- auf die Einerstelle einfacher als zu berücksichtigen, dass man nur Hundertstel mit Hundertstel und Zehntel mit Zehntel addieren darf.

Falschantwort:

7,15 m	24
--------	----

Wie schon erwähnt, gab es nur die eine falsche Antwort, alle diese Kinder kamen aufgrund der „Komma-trennt-Vorstellung“ auf dieses Ergebnis.

Frage 8: „David hat eine 0,95 m lange Leiste. Er sägt hiervon ein Stück von 0,6 m Länge ab. Wie lang ist das Reststück?“

richtig	0
falsch	20
keine Antwort	22

Diese Frage konnte kein Kind richtig beantworten, obwohl die Additionen immerhin noch von drei bzw. acht Kindern richtig gelöst wurden. Möglicherweise lag es daran, dass die Kinder unter Zeitdruck standen und somit für die späteren Aufgaben kaum noch Zeit übrig war. Dass 22 Kinder diese Frage gar nicht beantwortet haben, spricht für meine Vermutung, da die Gymnasiasten diese Frage zum Großteil bearbeitet hatten (auch wenn sie ein falsches Ergebnis erhielten). Die 20 Kinder, die die Frage bearbeitet hatten, erhielten alle ein falsches Ergebnis. Offensichtlich hilft eine Skizze beim Lösen nicht.

Häufigste Falschantworten:

0,89 m	9
89 m	3

Die meisten Kinder handelten nach der „Komma-trennt-Vorstellung“ und kamen somit auf Ergebnisse wie „0,89 m“, „89 m“, „89 cm“ oder „8,9m“. Die beiden letzten Antworten kamen aber nur einmal vor.

Je einmal kamen die Lösungen „0,4 m“ bzw. „4 m“ vor. Ich nehme an, dass die betreffenden Kinder nicht von „0,95 m“ subtrahierten, sondern von „1 m“, im zweiten Fall wurde vermutlich auf Dezimeter umgewandelt und anschließend die vorgegebene Einheit ignoriert.

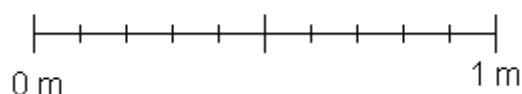
0,89 m:

Neun Kinder kamen zu diesem Ergebnis, es ist recht offensichtlich, dass dieser Fehler aufgrund der „Komma-trennt-Vorstellung“ entsteht. Keines der Kinder kam auf die Idee, das Ergebnis durch Umwandlung in Zentimeter zu überprüfen.

89 m:

Diese Antwort wurde von drei Kindern gegeben, hier ist es noch deutlicher, dass die Nachkommastellen als eigene Zahl aufgefasst werden. Anschließend wird das Komma einfach weggelassen. Vielleicht wollten diese Kinder das Ergebnis aber auch in Zentimetern angeben und ignorierten dabei die vorgegebene Einheit. Wenn dies der Fall sein sollte, so gibt es außerdem noch ein Problem mit dem Umwandeln von Metern in Dezimeter bzw. Zentimeter.

Zeichne ein:



richtig	0
falsch	19
keine Antwort	23

Da der erste Teil dieser Aufgabe schon von keinem Kind richtig gelöst wurde, gab es natürlich auch beim graphischen Lösen keine richtigen Ergebnisse. Jedoch stellten beinahe alle Kinder ihre Lösung graphisch dar, lediglich eines dieser Kinder ließ den graphischen Teil aus. Diese hatte als Ergebnis „89 m“ herausbekommen, vielleicht ist ihm beim graphischen Darstellen aufgefallen, dass da etwas nicht stimmen kann.

Alle Kinder, die nach der „Komma-trennt-Vorstellung“ vorgegangen waren, mit Ausnahme des oben erwähnten, stellten eine Länge von „0,89 m“ dar. Die drei Kinder, die ein Ergebnis hatten, dass größer als „1 m“ war, störten sich nicht daran, dass ihr Holzstück jetzt doch kürzer war. Dies war auch bei jenen der

Fall, die auf andere Ergebnisse kamen, die größer als ein Meter waren. Für diese Kinder spielt offenbar nur die richtige Zahl eine Rolle, dass eine Zahl aber oft erst im Zusammenhang mit einer Einheit einen Sinn ergibt ist ihnen nicht bewusst.

Frage 9: „Um wie viel ist...“

a) *0,25 m kürzer als 0,8 m?*

richtig	1
falsch	12
keine Antwort	29

Diese Frage wurde nur noch von 13 Kindern bearbeitet, wobei wenigstens ein Kind die richtige Lösung fand. Entweder hatten die Kinder große Probleme beim Subtrahieren oder die Lehrpersonen legten zu viel Wert auf das Zeitlimit.

Falschantworten:

0,17 m	9
17 m / 17,00 m	3

Alle falschen Lösungen haben gemeinsam, dass die größere von der kleineren Zahl abgezogen worden ist. Dies liegt an der „Komma-trennt-Vorstellung“, möglicherweise auch an der „Kein-Komma-Vorstellung“.

0,17 m:

Wie schon bei den Kindern aus der AHS kamen sehr viele Hauptschulkinder auf dieses Ergebnis (in etwa der gleiche Prozentsatz). Auch hier merkten diese nicht, dass ihre Vorstellung im Widerspruch zur Angabe steht.

17 m bzw. 17,00 m:

Das erste Ergebnis war mir auch schon vom Test in der AHS bekannt. Die „Kein-Komma-Vorstellung“ ist vermutlich das Motiv für diese Antwort. Bemerkenswert finde ich die zweite Schreibweise. Offenbar erkannte das betreffende Kind, dass im ganzen Fragebogen „Dezimalzahlen“ gefragt waren. Daher war es naheliegend, dass auch hier ein solches Ergebnis vorliegen muss.

b) *0,25 Liter weniger als 0,5 Liter?*

richtig	1
falsch	12
keine Antwort	29

Alle 13 Kinder, die schon beim ersten Teil der Frage 9) eine Antwort gegeben hatten, behandelten auch diesen Teil. Wieder gab dasselbe Kind, dass vorher die richtige Antwort gegeben hatte, die richtige Antwort.

Häufigste Falschantworten:

0,20 l	7
20 l	3

0,20 l:

Sieben Kinder blieben wie vorhin bei der „Komma-trennt-Vorstellung“ hängen. Daher muss in diesem Fall auch der Nuller an der Hundertstelstelle stehen. Die zwei anderen Kinder gaben diesmal andere Antworten, von denen ich leider nicht herausgefunden habe, welche falschen Gedanken dahinter stehen.

20 I:

Es waren wieder die gleichen Kinder, die auch schon beim ersten Teil ihre Antworten aufgrund der „Kein-Komma-Vorstellung“ fanden. Nur schrieb diesmal kein Kind eine „Dezimalzahl“.

c) *0,25 kleiner als 0,7?*

richtig	0
falsch	10
keine Antwort	32

Diese Frage konnte kein Kind mehr richtig beantworten. Diesmal versuchten nur noch zehn Kinder diese Teilfrage zu lösen. Das Kind, das die beiden ersten Teile noch richtig hatte, ließ c) aus. Ob die drei Kinder die Frage jetzt aus Zeitgründen oder wegen der fehlenden Einheit ausgelassen hatten, kann ich nicht beantworten.

Häufigste Falschantworten:

0,18	6
18	2

0,18:

Jetzt rechneten nur noch sechs Kinder nach der „Komma-trennt-Vorstellung“.

18:

Diese falsche Antwort beruht auf der „Kein-Komma-Vorstellung“.

Frage 10: „Diana kauft sieben Sackerl Gummibären. In jedem Sackerl sind 0,2 kg.
Wie viel kg Gummibären hat Diana insgesamt gekauft?“

richtig	6
falsch	17
keine Antwort	19

Die Beteiligung bei dieser Frage war wieder etwas höher.

Häufigste Falschantworten:

0,14 kg	10
14 kg	4

Die meisten Kinder erhielten zwar die Ziffern 1 und 4, doch sie erkannten nicht den richtigen Stellenwert. Die Multiplikation an sich war aber nicht das Problem.

0,14 kg:

Vermutlich steckt wieder die „Komma-trennt-Vorstellung“ hinter diesem Fehler, den zehn Kinder gemacht haben. Dieser Fehler kam auch in der AHS sehr häufig vor.

14 kg:

Auch dieser Fehler kam schon in der AHS am zweithäufigsten vor. Hier gaben vier Kinder diese Antwort. Ein Kind gab die Antwort „14 g“, das war aber der einzige Fehler, der aufgrund einer falschen Umwandlung von Kilogramm auf Gramm zustande kam. Eventuell erhielt dieses Kind zunächst auch „14 kg“ als Ergebnis, bemerkte jedoch, dass das etwas viel wäre. Es fällt jedenfalls auf, dass in der Hauptschule die vorgegebenen Einheiten viel seltener umgewandelt wurden.

Frage 11: „Ein Kilogramm Fleisch kostet 6,79 €. Wie viel kosten 10 Kilogramm?“

richtig	9
falsch	9
keine Antwort	24

Die vorletzte Frage beantworteten nur noch 18 Kinder, von denen nur die Hälfte das richtige Ergebnis erhielt. Da diese Frage beim Fragebogen in der AHS aber von auffallend mehr Kindern bearbeitet wurde, denke ich, dass viele Kinder keine Zeit mehr für die letzten Aufgaben hatten.

Häufigste Falschantworten:

6790 €	3
60,79 € / 60,790 €	2

6790 €:

Drei Kinder ignorierten das Komma und kamen so auf diesen riesigen Geldbetrag. Anscheinend können diese Kinder mit Größenordnungen nichts anfangen, denn ansonsten müsste ihnen auffallen, dass das Fleisch viel zu teuer ist.

60,79 € bzw. 60,790 €:

Die beliebteste Antwort der Gymnasiasten kam hier nur zweimal vor. Gerade die zweite Schreibweise zeigt schön, dass das betreffende Kind nach der „Komma-trennt-Vorstellung“ gerechnet hat. Bei der anderen Schreibweise vermute ich dies aber auch.

Frage 12: „Carmen sägt ein 4,5 m langes Brett genau in der Mitte durch. Wie lang ist jede Hälfte?“

richtig	9
falsch	11
keine Antwort	22

Wieder gab es neun richtige Antworten, wobei ein Kind auf Zentimeter umgewandelt hat und das Ergebnis „225 cm“ hinschrieb. Es gab elf falsche Antworten, die alle nur einmal vorgekommen sind. Auch hier gab es einige kreative Ansätze, wie zum Beispiel ein zweites Komma oder auch die Schreibweise mit einem Bruch an der Hundertstelstelle.

Keine Falschantwort wurde zweimal gegeben.

Beispiele für Falschantworten:

- $2,2 \frac{1}{2}$
- 2,2 m
- 2,2,1 m
- 2,21 m
- 2,205

4. Vorwissen über Dezimalzahlen in der 1. Klasse Hauptschule (2. Leistungsgruppe, 1. Fragebogen)

In der zweiten Leistungsgruppe nahmen 27 Kinder teil. Auch hier könnten die letzten Fragen etwas verfälscht sein, da auch diese Kinder nur eine Viertelstunde Zeit hatten.

Frage 1: „Kreuze jeweils die längere Strecke an.“

a) 7,3 cm oder 7,5 cm

7,5 cm	27
--------	----

Überraschenderweise kreuzten bei dieser Aufgabe alle Kinder die richtige Antwort an.

b) 6,1 cm oder 5,9 cm

6,1 cm	23
keine Antwort	4

Wahrscheinlich lasen die vier Kinder, die hier nicht geantwortet haben, die Angabe nicht richtig und glaubten, sie müssten nur die längste unter allen Strecken ankreuzen.

c) 4,6 cm oder 4,58 cm

4,6 cm	1
4,58 cm	22
keine Antwort	4

Nur noch ein Kind wusste die richtige Antwort auf diese Teilfrage. Die vier, die glaubten, dass sie nur die längste Strecke ankreuzen müssen, antworteten hier natürlich nicht. Die anderen 27 Kinder glaubten, dass „4,58 cm“ länger ist.

„Kannst du deine Antwort bei c) begründen?“

richtige Begründung	0
falsche Begründung	1
Begründung, dass 4,58 cm länger ist	6
Argument spräche für 4,6 cm	1
unzureichende Begründung	3
keine Antwort	16

Da nur ein Kind bei c) richtig lag, konnte auch nur ein Kind eine richtige Begründung geben, was ihm jedoch nicht gelang. Auch hier gaben viele Kinder keine Antwort. Im Vergleich zur ersten Leistungsgruppe, bearbeiteten hier aber sehr viele Kinder diesen Punkt (nämlich elf). Immerhin begründeten sechs Kinder, warum sie glauben, dass 4,58 cm länger sei.

Falsche Begründung:

- „6 bedeuten 60 cm, deshalb ist c) länger.“

Nicht nur, dass dieser Satz ziemlich holprig formuliert wurde, das Kind hat sich auch mit den Einheiten geirrt, da es sich ja um 4,6 cm handelt und nicht um 4,6 m. Doch die Begründung legt nahe, dass das Kind zumindest richtig gedacht hat.

Begründung, dass 4,58 cm länger ist:

- „4,58 = 9,8 cm“
- „4,58 cm ist um 52 cm größer als 4,6cm“
- „weil 58 mehr als 6 ist“
- „4,58 cm ist größer weil, es 458 mm sind 46 mm“

Die ersten beiden Begründungen wurden zweimal gegeben, die anderen beiden je einmal. Die erste Begründung legt nahe, dass die betreffenden Kinder annahmen, dass es sich bei der Zahl um 4 cm und 58 mm handle. Sie wandelten die „58 mm“ in 5 cm und 8 mm um. Ihnen war immerhin bewusst, dass 10 mm ein Zentimeter sind.

Nicht nur, dass bei der zweiten Begründung eindeutig eine „Komma-trennt-Vorstellung“ erklärt wird, erkannten sie nicht, dass es sich hier nur um 4 cm und ein bisschen was handelt und 52 cm dafür viel zu groß sind. Vielleicht hatten sie sich nur bei der Einheit verschaut. Dann haben die Kinder den Stellenwert der Dezimeter übersehen.

Die dritte Begründung ist auch schon bei den anderen Befragungen vorgekommen. Auch hier sieht man wieder, dass die Kinder nach der „Komma-trennt-Vorstellung“ vorgegangen sind.

Bei der letzten Begründung wurde erkannt, dass es sich hier um Zentimeter handelt. Anders als bei der ersten Begründung fiel diesem Kind nicht auf, dass die Ziffer vor dem Komma nicht für 40 Zentimeter steht, sondern nur für vier. Möglicherweise handelt es sich hier um die „Kein-Komma-Vorstellung“.

Ein Argument für 4,6 cm:

- „Ich muss immer auf die Stellenwerte achten.“

Diese Antwort wurde von einem Kind gegeben, das „4,58 cm“ bei c) angekreuzt hatte. Meiner Meinung nach, begründet diese Antwort aber eher, warum „4,6 cm“ länger sind. Möglicherweise dachte das Kind aber ähnlich wie die beiden Kinder, die auf „9,8 cm“ kamen.

Unzureichende Begründungen

- „Die längere Strecke ist 4,58 cm lang“
- „4,58 cm > 4,6 cm“
- „weil 4,58 m länger als 4,6 m“

Auch hier gab es drei Antworten, die keine Begründung liefern. Verglichen mit den anderen Befragungen ist das hier ein relativ kleiner Anteil.

Frage 2: „Wer ist am weitesten gesprungen?“

Manfred: 3,6m	1
Andreas: 3,281 m	26

Die Kinder waren konsequent und blieben auch bei dieser Frage bei ihrer Lösungsstrategie. Die richtige Antwort kam vom gleichen Kind, dass auch schon bei 1c) richtig geantwortet hatte. Die restlichen 26 Kinder, also auch die vier, die bei 1c) keine Antwort gegeben hatten, wählten die Zahl mit den meisten Nachkommastellen. Was sich auf Grund der „Kein-Komma“ oder „Komma-trennt-Vorstellung“ erklären lässt.

Frage 3: „Wie groß ist ungefähr ein 11-jähriger Schüler?“

1,35 m	18
135,0 m	5
13,5 m	1
0,135 m	2
1,35 m & 0,135 m	1

Richtige Antwort:

18 Kinder wussten die richtige Antwort. Das sollte ja auch aus Alltag bekannt sein. Das Ergebnis der zweiten Leistungsgruppe ist sogar ein bisschen besser als das der ersten.

135,0 m:

Fünf Kinder kreuzten diese Antwort an. Wahrscheinlich fiel ihnen nicht der Unterschied zwischen Meter und Zentimeter auf. Das Komma dürfte sie auch nicht gestört haben.

13,5 m:

Ein Kind wählte diese Lösung. Ich glaube, dass es geraten hat.

0,135 m:

Zwei Kinder glaubten, dass diese Antwort die richtige sei. Vielleicht achteten sie nur auf die Ziffern und ignorierten das Komma und die Einheit.

1,35 m und 0,135 m

Wie schon bei den beiden vorigen Befragungen war in allen Fällen in denen zwei Lösungen angekreuzt wurden, die richtige Lösung „1,35 m“ dabei.

Frage 4: „Schreibe als Kommazahl:“a) *4 Hundertstel*

richtig	1
falsch	18
keine Antwort	8

Diese Frage bereitete allen Getesteten große Probleme. Die Stellenwerte rechts vom Komma sind zu diesem Zeitpunkt auch noch nicht bekannt. Auch das Wort „Kommazahl“ ist den Kindern nicht geläufig, da sie das Wort „Komma“ nicht zu kennen scheinen.

Häufigste Falschantworten:

4,00	7
400 / 400,00	3
0,4	2

4,00:

Diese Antwort wurde von sieben Kindern gegeben. Somit war hier diese Antwort noch beliebter als in der AHS.

400 bzw. 400,00:

Diese Antwort war bei den anderen beiden Fragebögen öfter vertreten. „400,00“ kam einmal vor, die Antwort „400“ zweimal.

0,4:

Ob die beiden Kinder nun Zehntel mit Hundertsteln verwechselt oder nur geraten haben, kann ich leider nicht erkennen.

b) *6 Zehntel*

richtig	4
falsch	15
keine Antwort	8

Bei dieser Frage gaben vier Kinder die richtige Antwort, wobei zwei die Antwort „0,60“ gaben.

Häufigste Falschantworten:

60 / 60,0	5
6	2
6,00	2

60 bzw. 60,0:

Bei der zweiten Teilfrage gingen fünf Kinder nach dieser Strategie vor, die bei a) nur von dreien gewählt wurde. Das Kind, das die Antwort „60,0“ gab, war das erste, das diese Antwort mit nur einer Kommastelle gab.

6:

„6“ ohne Nachkommastellen wurde nur in der zweiten Leistungsgruppe von zwei Kindern angegeben.

6,00:

Den Gedankengang dieser zwei Kinder kann ich nicht ganz nachvollziehen. Wenigstens versuchten sie es mit einer „Kommazahl“.

c) *3 Einer 7 Zehntel 2 Hundertstel*

richtig	2
falsch	18
keine Antwort	7

Wie auch schon in der ersten Leistungsgruppe, ging auch hier die Lösungsquote bei Teilfrage c) wieder zurück. Nur noch zwei Kinder kamen zur richtigen Lösung.

Häufigste Falschantworten:

2,73	5
372 / 372,00	4
273 / 273,00	3

2,73:

Anscheinend haben die Kinder hier gedacht, dass die Hundertstel vor den Zehntel geschrieben werden (in Analogie dazu, dass die Hunderter vor den Zehnern geschrieben werden). Insgesamt verdrehten neun Kinder die Ziffern.

372 bzw. 372,00:

Vier Kinder bemerkten nicht, dass die Einerstelle plötzlich an die Hunderterstelle gerutscht ist. Nur einem Kind fiel auf, dass eine „Kommazahl“ gefragt war.

273 bzw. 273,00:

Diese drei Kinder beließen wenigstens die Einer an der richtigen Position. Ein Kind beachtete, dass es eine „Kommazahl“ schreiben sollte.

Frage 5: „Markiere an den 1-Liter-Messbechern mit einem langen Strich:“

0,2 l

richtig	4
falsch	14
keine Antwort	9

Verglichen mit den beiden anderen Befragungen schnitten die Kinder in der zweiten Leistungsgruppe wesentlich schlechter ab. Im Vergleich versuchten relativ viele Kinder die Frage zu beantworten.

Häufigste Falschantworten:

Markierung bei 0,2 cm	4
Markierung zwischen 1.- und 2. Strich	3
Markierung bei 2. Strich	3

Markierung bei 0,2 cm:

Vier Kinder hatten die „0,2 l“ mit 0,2 cm verwechselt. Somit wählten, verglichen mit den anderen beiden Befragungen, sehr viele diesen Lösungsansatz.

Markierung zwischen 1. und 2. Strich:

Drei Kinder setzten die Markierung in die Mitte zwischen den ersten und zweiten Strich (von unten gesehen). Diese Antwort kam bei den beiden vorigen Fragebögen nicht vor. Wahrscheinlich schätzten die Kinder ihre Ergebnisse.

Markierung bei 2. Strich:

Auch diese Antwort wurde von drei Kindern gegeben. Diese Antwort kam auch bei den anderen beiden Befragungen unter den häufigsten Falschantworten. Hierbei handelt es sich scheinbar um eine falsche Assoziation: „0,2 l“ daher zweite Linie.

0,8 l

richtig	6
falsch	12
keine Antwort	9

Alle vier Kinder, die die erste Teilaufgabe richtig beantwortet hatten, lösten auch diese Aufgabe. Die zwei anderen hatten beim ersten Teil die zweite Linie markiert.

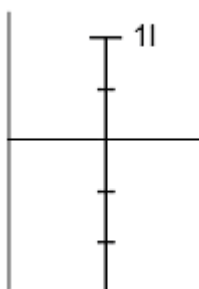
Häufigste Falschantwort:

Markierung bei 0,8 cm	4
-----------------------	---

Markierung bei 0,8 cm:

Diese vier Kinder blieben ihrer Strategie treu.

Frage 6: „Wie viel Wasser ist in den 1-Liter-Messbechern?“



richtig	1
falsch	16
keine Antwort	10

Schon die Aufgabe 5) fiel ziemlich schlecht aus, doch die Umkehrung war anscheinend noch schwieriger zu lösen. Nur ein Kind fand die richtige Antwort. Dieses Kind hatte schon die vorige Aufgabe geschafft.

Häufigste Falschantworten:

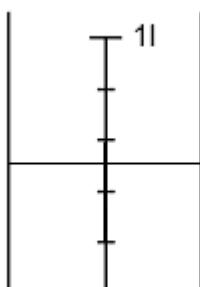
0,3 l bzw. 300 ml	5
60 ml	3

0,3 l bzw. 300 ml:

Viele Kinder hatten schon bei Frage 5) diese falsche Assoziation, dass sie eine Linie mit 0,1 l bzw. 100 ml in Verbindung brachten. Drei Kinder antworteten mit „0,3 l“, eines dieser Kinder hatte beim zweiten Teil der Aufgabe 5) die richtige Antwort gegeben, lag beim ersten Teil aber falsch, aufgrund dieser falschen Assoziation. Die anderen Kinder, die eine dieser beiden Antworten gegeben haben, haben bei der Aufgabe 5) die Zentimeter abgemessen. Bemerkenswert ist jedoch, dass die beiden Kinder, die mit „300 ml“ geantwortet hatten, sich bei der Umrechnung zwischen Litern und Millilitern nicht geirrt hatten.

60 ml:

Diese Antwort kam im Vergleich verhältnismäßig häufig vor (drei von 27 Kindern). In der AHS glaubten drei Kinder (von 84), dass dieses Ergebnis richtig sei und in der ersten Leistungsgruppe war es ein Kind (von 42). Eines dieser Kinder hatte die Frage 5) richtig beantwortet, die anderen beiden hatten diese Frage ausgelassen.



richtig	0
falsch	17
keine Antwort	10

Diesmal gab es keine richtige Antwort. Das Kind, das beim ersten Teil die richtige Antwort gegeben hatte, glaubte nun, dass sich im Messbecher „0,45 l“ befänden. Aber alle Kinder die vorher eine Antwort gaben, taten dies wieder. Somit gibt es 17 falsche Antworten und wieder ließen dieselben zehn Kinder die Aufgabe aus.

Häufigste Falschantworten:

50 ml	2
45 ml	2

50 ml:

Zwei der drei Kinder, die beim ersten Teil „60 ml“ geantwortet hatten, gaben jetzt die Antwort „50 ml“. Hier wird deutlich, dass diese Kinder die Skala

offenbar verstanden haben, jedoch nicht wissen, dass ein Liter 1000 Milliliter hat.

45 ml:

Auch diese Antwort kam zweimal vor. Eines dieser beiden Kinder gab beim ersten Teil die Antwort „60 ml“, das andere „50 ml“. Somit nehme ich an, dass bei dieser Falschantwort zwei unterschiedliche Denkfehler dahinter stecken. Das erste Kind fiel wohl auf die Tatsache herein, dass die Markierung zwischen zwei Linien liegt, das andere setzte seine Denkweise vom ersten Teil fort und erkannte, dass sich im zweiten Messbecher etwas weniger befindet.

Frage 7: „Addiere“

a) $2,4m + 6,59 m =$

richtig	4
falsch	23

Alle Kinder bearbeiteten diese Aufgabe. In der AHS wurde sie von vier ausgelassen, in der ersten Leistungsgruppe von sieben. Jedoch kamen nur vier Kinder zum richtigen Ergebnis, somit schnitt die zweite Leistungsgruppe besser ab als die erste aber doch deutlich schlechter als die AHS. Eines dieser vier Kinder hängte bei seiner Rechnung richtig einen Nuller an. Dieses Kind kannte offensichtlich das Prinzip, da es die ersten drei Fragen mit Ausnahme der Begründung richtig beantwortet hatte, wobei die Begründung meiner Meinung nach in die richtige Richtung geht (siehe oben).

Häufigste Falschantworten:

8,63 m	13
6,83	3

8,63 m:

Diese Antwort war auch schon bei den beiden vorigen Fragebögen die häufigste und spricht eindeutig für die „Komma-trennt-Vorstellung“.

6,83 m:

Diese Antwort, die von drei Kindern gegeben wurde kam in den vorigen Fragebögen nicht vor. Hierbei könnte es sich um die „Kein-Komma-Vorstellung handeln. Die Kinder rechneten wie mit natürlichen Zahlen ($24 + 659 = 683$) und setzten das Komma wahrscheinlich willkürlich, vielleicht weil sie Zahlen mit zwei Kommastellen bevorzugen bzw. eine der Zahlen in der Angabe zwei Kommastellen hat.

b) $4,6\text{ m} + 3,9\text{ m} =$

richtig	6
falsch	20
keine Antwort	1

Wieder fiel die Aufgabe 6b) besser aus als 6a). Sechs Kinder kamen zum richtigen Ergebnis. Dazu zählen alle vier, die schon 6a) richtig hatten, die beiden anderen hatten ein falsches Ergebnis aufgrund der „Komma-trennt-Vorstellung“. Das Kind, das den Nuller angehängt hatte, tat dies nun wieder. Anscheinend sind ihm Zahlen mit zwei Nachkommastellen lieber. Auch ein zweites Kind schrieb als Antwort „8,50 m“, hatte zuvor aber keine Nuller an die Zahlen der Angabe gehängt.

Ein weiteres Kind hatte zwar das richtige Ergebnis hingeschrieben, strich es aber durch und rechnete die Aufgabe wie 6a) mit Hilfe der „Komma-trennt-Vorstellung“. Komischerweise ließ diesmal ein Kind die Frage aus.

Häufigste Falschantworten:

7,15 m	11
7,5	3
85	2

7,15 m:

Diesmal rechneten nur elf Kinder nach der „Komma-trennt-Vorstellung“ und kamen auf „7,15 m“. Von diesen elf waren beim Teil a) sieben auf das Ergebnis „8,63 m“ gekommen. Die vier anderen rechneten offenbar auch vorher mit der gleichen Vorstellung, kamen aber aufgrund von Rechenfehlern auf andere Ergebnisse (z.B.: „8,64 m“).

7,5 m:

Für diese Antwort gibt es zwei plausible Erklärungen. Entweder haben die Kinder auf den Übertrag vergessen oder sie haben auf den Einser an der Zehntelstelle vergessen (was ich eher glaube, da alle drei zuerst die „Komma-trennt-Vorstellung“ hatten).

85 m:

Hierbei könnte es sich wieder um die „Kein-Komma-Vorstellung“ handeln. Diese Vermutung wird dadurch verstärkt, dass die beiden Kinder offenbar schon bei 6a) diese Vorstellung hatten. Natürlich könnten sie auch nur das Komma vergessen haben.

Frage 8: „David hat eine 0,95 m lange Leiste. Er sägt hiervon ein Stück von 0,6 m Länge ab. Wie lang ist das Reststück?“

richtig	2
falsch	22
keine Antwort	3

Immerhin wussten zwei Kinder die richtige Antwort. Das eine ist das oben erwähnte, das bereits die Fragen 1), 2), 3) und 7) richtig beantwortet hatte. Das andere hatte bis jetzt alles falsch beantwortet (ausgenommen 1a) und 1b)). Dieses Kind hat aber ausgezeichnet graphisch gearbeitet und die ganze Rechnung am dargestellten Meter eingezeichnet. So schön habe ich das auch noch nicht in der AHS gesehen. Ich denke, dass dieses Kind also gar nicht gerechnet, sondern nur aus der Zeichnung abgelesen hat.

Häufigste Falschantworten:

0,89 m	6
89 m	4

Wieder kamen die meisten Falschantworten aufgrund der „Komma-trennt - Vorstellung“ zustande.

0,89 m:

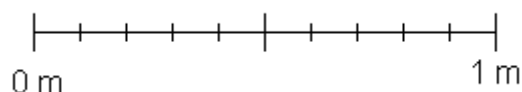
Sechs Kinder gaben diese Antwort. Zirka der gleiche Anteil gab auch in der ersten Leistungsgruppe diese Antwort, nur der Anteil in der AHS war wesentlich höher.

89 m:

Vier Kinder ignorierten die vorgegebene Einheit bzw. erkannten nicht, dass das Reststück nicht größer als die ursprüngliche Leiste sein darf. Ein Kind schrieb sogar noch einmal selbst die Einheit Meter dazu. Der Anteil dieses Fehlers war

in der AHS in etwa gleich hoch. In der ersten Leistungsgruppe war er geringer, dort beantworteten aber wesentlich weniger Kinder die Frage.

Zeichne ein:



richtig	1
falsch	13
keine Antwort	13

Wie ich schon oben erwähnt habe, gelang es einem Kind diese Aufgabe sehr elegant zu lösen. Wahrscheinlich musste dieses Kind beim vorigen Teil nicht einmal rechnen. Das zweite Kind hatte bei allen graphischen Aufgaben keine richtigen Ergebnisse erzielt und diesmal versuchte es die Aufgabe nicht einmal zu lösen. Bis jetzt hatte es aber alle Aufgaben mit gegebenen Zahlen richtig gelöst (Frage 4) hatte ja keine Zahlen gegeben).

Die Tendenz, dass man den graphischen Teil auslässt, setzte sich auch bei diesem Fragebogen fort.

Häufigste Falschantwort:

0,89 m	6
--------	---

Von den sechs Kindern, die auf das Ergebnis „0,89 m“ kamen, stellten auch fünf das Ergebnis graphisch dar. Das andere Kind stellte zwar auch „0,89 m“ dar, kam aber auf das Ergebnis „89 m“.

Frage 9: „Um wie viel ist...“

a) *0,25 m kürzer als 0,8 m?*

richtig	1
falsch	21
keine Antwort	5

Anders als in der AHS nahm die Lösungsquote in beiden Leistungsgruppen bei dieser Aufgabe ab. Nur ein Kind gab die richtige Antwort. Es beantwortete die gesamte Frage 9) richtig.

Ein anderes Kind, das ansonsten keine Probleme mit den Rechnungen hatte, las offensichtlich die Angabe nicht richtig, da es bei allen drei Teilfragen die Antwort „ja“ gab.

Häufigste Falschantworten:

0,17 m	9
17 m	6
nein	2

0,17 m:

Diese Antwort nach der „Komma-trennt-Vorstellung“ kam im Vergleich deutlich öfter vor, als bei den beiden vorigen Fragebögen.

17 m:

Auch diese Antwort nach der „Kein-Komma-Vorstellung“ kam in der zweiten Leistungsgruppe deutlich öfter vor. Das liegt aber auch daran, dass im Vergleich besonders viele Kinder geantwortet haben.

Nein:

Auch hier gab es Kinder, die die Angabe nicht genau gelesen hatten und wahrscheinlich glaubten, dass die Frage „Ist 0,25 m kürzer als 0,8 m?“ lautet. Auch hier steckt vermutlich die „Komma-trennt-“ oder die „Kein-Komma-Vorstellung“ dahinter.

b) *0,25 Liter weniger als 0,5 Liter?*

richtig	1
falsch	19
keine Antwort	7

Bei 9b) beantworteten zwei Kinder weniger die Aufgabe als bei 9a).

Häufigste Falschantworten:

0,20 l	8
20 l	6
nein	2

Die Kinder blieben ihren Strategien treu. Lediglich die Antwort „0,20 l“ wurde von einem Kind weniger gegeben, dieses gab hier keine Antwort.

c) *0,25 kleiner als 0,7?*

richtig	1
falsch	17
keine Antwort	9

Hier gaben im Vergleich zu b) noch zwei zusätzliche Kinder keine Antwort, dennoch versuchten im Vergleich viele Kinder die Aufgabe zu lösen. Eines dieser Kinder beantwortete die Frage b) mit „nein“, das andere gab die Antwort „0,20 l“.

Häufigste Falschantworten:

0,18	5
18	9

Von den acht Kindern, die bei 9b) noch zum Ergebnis „0,20 l“ kamen, erhielten nur noch fünf das Ergebnis „0,18“. Ein Kind gab diesmal keine Antwort, die anderen beiden erhielten jetzt das Ergebnis „18“.

Die sechs Kinder, die vorher das Ergebnis „20 l“ hatten, kamen jetzt auch auf das Ergebnis „18“.

Frage 10: „Diana kauft sieben Sackerl Gummibären. In jedem Sackerl sind 0,2 kg. Wie viel kg Gummibären hat Diana insgesamt gekauft?“

richtig	3
falsch	18
keine Antwort	6

Die Kinder der zweiten Leistungsgruppe schnitten am schlechtesten ab. Die Gymnasiasten waren weitaus am besten, die erste Leistungsgruppe war nur ein bisschen besser als die zweite. Dafür war aber die Anzahl der abgegebenen Antworten in der zweiten Leistungsgruppe sehr viel höher als in der ersten, kommt aber nicht an die der AHS heran.

Häufigste Falschantworten:

0,14 kg	10
14 kg	7

0,14 kg:

Auch in der zweiten Leistungsgruppe war diese Falschantwort die häufigste. Sie kam in etwa gleich häufig vor wie in der AHS und wesentlich häufiger als in der ersten Leistungsgruppe, in der aber viel mehr Kinder die Frage nicht beantwortet hatten.

14 kg:

Diese Antwort, die für die „Kein-Komma-Vorstellung“ spricht, kommt in der zweiten Leistungsgruppe wesentlich häufiger vor als in den beiden anderen Befragungen.

Frage 11: „Ein Kilogramm Fleisch kostet 6,79 €. Wie viel kosten 10 Kilogramm?“

richtig	6
falsch	10
keine Antwort	11

Die erste und die zweite Leistungsgruppe schnitten ungefähr gleich ab (ca. ein Fünftel konnte die Aufgaben lösen). Im Gymnasium war es hingegen die Hälfte. Diese Aufgabe ließen auch viele Hauptschüler aus. Obwohl in der zweiten Leistungsgruppe wieder einmal mehr Kinder die Aufgabe bearbeiteten.

Häufigste Falschantworten:

60,79 €	3
6,790 €	2

60,79 €:

Wie auch schon in der AHS war diese Falschantwort die häufigste und kam beide Male in etwa gleich häufig vor. Nur in der ersten Leistungsgruppe gab es diese Antwort seltener.

6,790 €:

Diese Antwort spielte in den beiden anderen Fragebögen keine Rolle, obwohl mir die Denkweise sehr naheliegend scheint. Die Kinder wandten die Regel, die von der Multiplikation mit 10 bekannt ist, an. Dass das bei „Dezimalzahlen“ nicht funktioniert, haben sie zu dem Zeitpunkt ja noch nicht gelernt. Möglicherweise störte die meisten, dass die Zahl dann drei Kommastellen hat („Geld-Denken“).

Frage 12: „Carmen sägt ein 4,5 m langes Brett genau in der Mitte durch. Wie lang ist jede Hälfte?“

richtig	5
falsch	16
keine Antwort	6

Wieder schnitten die Kinder der zweiten Leistungsgruppe am schlechtesten ab. Wobei der Unterschied zwischen den beiden Leistungsgruppen gering ist. Die Ergebnisse in der AHS waren aber deutlich besser, dort ließen auch am wenigsten Kinder die Aufgabe aus. In der zweiten Leistungsgruppe beteiligten sich aber wiederum deutlich mehr als in der ersten. Auch hier schrieb ein Kind als Antwort „2,25 m“.

Es gab wieder viele verschiedene falsche aber kreative Lösungsansätze. Nur zwei Antworten kamen öfter als einmal vor.

Häufigste Falschantworten:

2,02 m	2
$2\frac{2}{1}$ m	2

2,02 m:

Wieso zwei Kinder auf diese falsche Antwort gekommen sind, ist mir nicht klar.

$2\frac{2}{1}$ m:

Diese Antwort könnte ein Versuch sein, den Rest in einer Zahl darzustellen. In den vorigen Fragebögen kam diese Antwort jedoch nicht vor.

5. Kenntnisse über Dezimalzahlen nach dem Unterricht in der 1. Klasse AHS (2. Fragebogen)

Der 2. Fragebogen sollte viel bessere Ergebnisse liefern als der erste, da die „Dezimalzahlen“ den Kindern schon vertraut sein müssten. Diesmal nahmen 82 Kinder teil.

Klasse	Schüleranzahl
1a	20
1b	21
1c	19
1e	22
insgesamt	82

Frage 1: „Kreuze jeweils die längere Strecke an.“

a) 5,8 m oder 5,4 m

5,8 m	81
keine Antwort	1

Diese Frage wurde erwartungsgemäß richtig gelöst. Der Bub, der keine Antwort gab, hat offenbar spaltenweise verglichen, denn er kreuzte nur die beiden Antwortmöglichkeiten bei b) an, obwohl ich diesmal extra darauf hingewiesen hatte, dass man zeilenweise vergleichen muss.

b) 8,2 m oder 7,8 m

8,2 m	78
7,8 m	3
Zwei Kreuze	1

Bei dieser Frage antworteten überraschenderweise drei Kinder falsch, obwohl ich dachte, dass sie der einfachste Teil der Frage 1) sei. Vielleicht waren die Kinder schlampig und achteten nur auf die Nachkommastelle.

c) 6,2 m oder 6,19 m

6,2 m	66
6,19 m	14
Gleich lang	1
keine Antwort	1

Obwohl die Kinder das Kapitel „Dezimalzahlen“ eben erst behandelt hatten, waren 14 Kinder immer noch davon überzeugt, dass 6,19 m länger sei als 6,2 m. Diesmal hätten sie aber ohne Probleme auf Zentimeter umwandeln können. Ein Mädchen war davon überzeugt, dass beide Längen gleich groß seien. Der Bub, der bei 1b) beides angekreuzt hatte, gab diesmal natürlich keine Antwort, da er vermutlich spaltenweise verglichen hatte.

„Kannst du deine Antwort bei c) begründen?“

Richtige Begründung	49
Falsche Begründung mit Maßeinheiten	2
Begründung, dass 6,19 m länger ist	4
Unzureichende Begründung	12
Zwei Kreuze bei b)	1
keine Antwort	14

Etwa drei Viertel der Kinder, die 1c) richtig beantwortet hatten, konnten ihre Antwort auch begründen. Dieses Mal sollte die Umwandlung auf Zentimeter auch kein Problem darstellen, trotzdem irrten sich zwei Mädchen dabei.

Von den 14 Kindern, die die Aufgabe 1c) falsch beantwortet hatten, konnten hingegen nur drei eine schlüssige Begründung geben.

Richtige Begründungen:

Beispiele:

- „Weil 6,19 6 m und 19 cm ist, und 6,2 6 m und 20 cm sind.“
- „Weil man bei 6,2 eine Null dazu geben muss.“
- „Die erste Strecke ist um 1 cm länger.“
- „Die erste Stelle hinter dem Komma ist größer“
- „Weil sie um 0,01m länger ist“

36 Kinder begründeten ihre Antwort mit einem Argument, das darauf hinausläuft, dass man einen Nuller bei 6,2 m anhängen kann, ähnlich den ersten beiden oben aufgezählten Beispielen.

Sechs Kinder formten die Zahlen auf Zentimeter um und gaben dann die Differenz an (Beispiel 3).

Vier Kinder argumentierten damit, dass es auf die jeweiligen Stellenwerte ankommt und dass die Zehntelstelle (bzw. die Stelle hinter dem Komma) größer ist (Beispiel 4).

Drei Kinder gaben die Differenz in Meter an (siehe das letzte Beispiel in obiger Aufzählung).

Falsche Begründung mit Maßeinheiten:

- „Weil 6,19 um 1 mm kürzer ist“
- „Weil 6,2 m = 6 m 20 dm“

Diese beiden Schülerinnen wollten auch mit Hilfe von kleineren Einheiten begründen, doch sie wählten eine falsche. Ihnen fiel jedoch das Begründen und Vergleichen an sich nicht schwer.

Begründungen, dass 6,19 m länger ist:

- „6,19 m ist größer, weil hinter dem Komma zwei Stellen sind“
- „19 cm ist größer als 2cm“
- „Weil 6,2 m um 0,17 m kürzer ist“

- „Wenn man bei diesen Zahlen (jeweils) eine Null dazu hängt, ergibt die zweite Zahl mehr.“

Die drei ersten Begründungen sprechen für die „Komma-trennt-Vorstellung“. Es ist anzunehmen, dass auch noch einige der anderen Kinder wegen dieser Vorstellung die Frage 1c) falsch beantwortet hatten.

Der Schüler, der die vierte Begründung gab, wusste zwar, dass man einen Nuller anhängen kann, tat dies aber bei beiden Zahlen und nun wendet er die „Komma-trennt-“ oder eventuell auch die „Kein-Komma-Vorstellung“ an und kommt zu seinem falschen Ergebnis. Hier fehlt also noch das richtige Verständnis der Stellenwerte und eine gelernte Regel wird durch unüberlegtes Anwenden zur Fehlerquelle.

Unzureichende Begründungen:

Beispiele:

- „Es schaut nach mehr aus“
- „Ich glaube es ist länger“
- „Da das größer ist“
- „6,19 m ist länger als 6,2 m“
- „Beide sind gleich lang“

Egal ob sie nun bei 1c) richtig oder falsch geantwortet hatten, so lauteten ihre unzureichenden Begründungen doch alle ähnlich. Die letzte Antwort kam von der Schülerin, die bei 1c) beide Möglichkeiten angekreuzt hatte. Offensichtlich ist sie der Meinung, dass beide Strecken gleich lang seien. Vielleicht wird hier das Runden noch nicht ganz verstanden (siehe 2. Klasse AHS).

Zwei Kreuze bei b):

Der Schüler, der spaltenweise verglichen hatte, kannte sich jetzt natürlich nicht bei dieser Frage aus. Versuchte aber trotzdem sein Bestes und meinte, dass 6,2 m und 8,2 m die gleiche Zehntelstelle hätten.

Frage 2: „Wer hat den längsten Schal?“

Miriam: 1,42m	62
Jonas: 1,185 m	15
David: 1,3 m	4
Kerstin: 1,25 m	1

Richtige Antwort:

Auch diese Frage sollten jetzt alle Kinder richtig beantworten können, jedoch schafften es nur 62.

1,185 m:

15 Kinder kreuzten die Antwort mit den meisten Kommastellen an, was darauf schließen lässt, dass sie noch immer an der „Komma-trennt-Vorstellung“ festhalten. (Eventuell könnte es sich auch um die „Kein-Komma-Vorstellung“ handeln, aufgrund der Antworten bei den anderen Fragen denke ich jedoch, dass die „Komma-trennt-Vorstellung“ wesentlich häufiger vorkommt.)

1,3 m:

Vier Kinder glaubten offenbar, dass die Zahl mit den wenigsten Kommastellen die größte sei. („Je-mehr-Dezimalen-desto-kleiner-Strategie“ nach PADBERG)

1,25 m

Mir ist nicht ganz klar, warum dieser Bub geglaubt hat, dass „1,25 m“ am längsten ist. Vielleicht hat er geraten, oder suchte nach dem kürzesten Schal, möglicherweise kann er sich auch „Dezimalzahlen“ mit mehr als zwei Kommastellen nicht vorstellen.

3: „Wie viel wiegt ungefähr ein 11-jähriger Schüler?“

43,5 kg	80
0,435 kg	2
435,0 kg	0
4,35 kg	0

Die Frage 3 ging endlich einmal so gut aus, wie es direkt nach der Behandlung im Unterricht zu wünschen wäre. Lediglich zwei Kinder kreuzten eine falsche Antwort an. Entweder war diese Antwort geraten, oder sie haben tatsächlich noch gar keine Vorstellung von den Größenordnungen.

Frage 4: „Schreibe als Kommazahl:“

a) 2 Zehntel

richtig	73
falsch	7
keine Antwort	2

Bei der Frage 4 bemerkt man ganz deutlich, dass sich die Kinder nun mit den Stellenwerten wesentlich besser auskennen. Weder Kommazahlen, noch die Stellenwerte rechts vom Komma sind den Kindern unbekannt. Kein Kind machte mehr den Fehler, dass es Zehntel mit Zehnern verwechselte. 73 konnten die Frage korrekt beantworten, wobei Acht die Antwort „0,20“ gaben. Die Antwort mit dem unnötigen Nuller könnte auch aufgrund der „Komma-trennt-Vorstellung“ zustande gekommen sein, sie führt jedoch auch zu der richtigen Antwort. Dies ist aber eine Erklärung für das schlechtere Abschneiden bei den beiden anderen Teilaufgaben.

Falschantworten:

0,02	6
0,020	1

Der einzige Fehler, der bei Aufgabe 4a) gemacht wurde, war eine Verwechslung der Zehntelstelle mit der Hundertstelstelle. Dies deutet auf ein falsches Symmetriedenken bei den Stellenwerten hin.

b) 5 Hundertstel

richtig	66
falsch	14
keine Antwort	2

Wie schon oben erwähnt fiel diese Teilaufgabe wesentlich schlechter als die erste aus. Es gab nur noch 66 richtige Antworten, somit beantworteten hier zusätzliche sieben Kinder die Frage falsch. Nur ein Kind gab dieses Mal eine Antwort mit einem unnötigen Nuller (0,050). Wiederum ließen dieselben zwei Kinder die Frage aus.

Häufigste Falschantworten:

0,005	5
0,500	3
0,5	3

0,005:

Diese Antwort legt erneut das falsche Symmetriedenken bei den Stellenwerten nahe, wobei hier nur noch fünf Kinder diese Antwort gegeben haben. Bei 4a) waren es noch sieben. Dort könnte aber auch die Überzeugung, dass Hundertstel größer als Zehntel sein müssen, zum falschen Ergebnis geführt haben.

0,500 / 0,5:

Für diese beiden Falschantworten gibt es mehrere Erklärungen. Einerseits die „Komma-trennt-Vorstellung“, für die vor allem die erste Schreibweise spricht, andererseits eine falsche Vorstellung zu der Wertigkeit der Stellenwerte

(Hundertstel sind größer als Zehntel, weil auch Hunderter größer als Zehner sind), wobei gerade die erste falsche Denkweise die vielen zusätzlichen Falschantworten erklärt, da sie wie oben erwähnt, bei Zehnteln zum richtigen Ergebnis führt. Die zweite erklärt, wie die restlichen Kinder gedacht haben, die bei 4a) zum Ergebnis „0,02“ gekommen sind.

c) 2 Einer 3 Zehntel 5 Hundertstel

richtig	65
falsch	15
keine Antwort	2

Die Teilaufgabe 4c) beantworteten jetzt sogar nur noch 65 Kinder richtig. Ein Kind blieb beharrlich bei seiner Schreibweise mit dem überflüssigen Nuller (2,350). Die beiden Kinder, die die beiden anderen Teilaufgaben ausgelassen hatten, beantworteten auch c) nicht.

Häufigste Falschantworten:

0,235	6
5,32	3
2,530	3

0,235:

Diese sechs Kinder sind sich bei der Einerstelle offensichtlich unsicher. Hier sieht man deutlich, dass sie an eine „Eintelstelle“ glauben. Alle fünf Kinder, die bei b) die gleiche Strategie angewandt hatten, taten es hier wieder, der sechste Schüler hatte a) und b) noch richtig beantwortet.

5,32:

Auch diese Antwort zeigt, dass die Kinder noch nicht gut mit den Stellenwerten umgehen können. Sogar die lange bekannte Einerstelle, bereitet ihnen noch

große Probleme. Hier glauben die Kinder anscheinend, dass die Hundertstelstelle größer als die Zehntelstelle sein muss. Die Einerstelle wird auch zur „Eintelstelle“ wenngleich sie hier völlig anders eingesetzt wird.

2,530:

Auch diese drei Kinder wissen noch nicht, dass Zehntel größer als Hundertstel sind. Jedoch kannten sie die Position der Einerstelle. Es ist aber anzunehmen, dass sie den unnötigen Nuller als „Eintelstelle“ benötigen. Eventuell handelt es sich auch um eine Form der „Komma-trennt-Vorstellung“.

Frage 5: „Markiere an den 1-Liter-Messbechern mit einem langen Strich:“

0,5 l

richtig	37
falsch	42
keine Antwort	3

Bei den ersten vier Aufgaben merkte man eine deutliche Verbesserung zum Fragebogen vor der Behandlung im Unterricht. Bei der Aufgabe 5 fiel diese Steigerung nun aber sehr bescheiden aus. Es bearbeiteten diesmal zwar fast alle Kinder diese Aufgabe (beim 1. Fragebogen ließen über 30 Kinder die Aufgabe aus), jedoch steigerte sich die Anzahl der richtigen Antworten nur um sieben. Dies finde ich sehr bedenklich, da gerade das Ablesen von Messbechern auch im Alltag wichtig sein sollte. Möglicherweise verunsicherte es viele Kinder, dass die Markierung zwischen zwei Linien gesetzt werden musste. Der zweite Teil, bei dem dies nicht der Fall war, fiel leicht besser aus.

Häufigste Falschantworten

Markierung bei 3. Strich	21
Markierung bei 0,5 cm	10
Markierung bei 5. Strich	5

Markierung bei 3. Strich:

Offenbar verstanden die Kinder nicht, dass die 1-Liter-Markierung nicht der randvolle Messbecher ist, sondern der oberste Strich. Die dritte Linie könnte nämlich durchaus die halbe Höhe des Messbechers ausmachen. Vielleicht wollten die Kinder aber auch nicht zwischen den vorgegebenen Linien einzeichnen. Diese Falschantwort machte die Hälfte aller falschen Antworten aus.

Markierung bei 0,5 cm:

Die Anzahl der Kinder, die mit der Skala gar nicht umgehen konnten, blieb in etwa gleich. Sie setzten 0,5 Liter mit 0,5 cm gleich.

Markierung bei 5. Strich:

Auch diese Assoziation hatten schon einige Kinder beim ersten Fragebogen. Jedoch sollte es bei 0,5 Litern schon auffallen, dass man die Markierung bei der 1-Liter-Linie gezeichnet hat, auch wenn man zuerst glaubt, dass ein Strich 0,1 Litern entspricht.

0,4 l

richtig	42
falsch	37
keine Antwort	3

Dieselben drei Kinder ließen die Aufgabe aus, die schon die erste Teilaufgabe nicht behandelt hatten. Diesmal gab es aber 42 richtige Antworten und nur noch 37 falsche. Wie oben erwähnt, könnte es daran liegen, dass hier die Markierung auf eine Linie der Skala gesetzt werden musste und nicht dazwischen. Jedoch fiel auch diese Teilaufgabe bei weitem nicht so gut aus, wie es zu wünschen wäre.

Häufigste Falschantworten:

Markierung zwischen 2. und 3. Strich	13
Markierung bei 0,4 cm	10
Markierung bei 4. Strich	5

Markierung zwischen 2. und 3. Strich:

Die meisten Kinder, die bei der ersten Teilaufgabe die dritte Linie gekennzeichnet hatten, setzen nun die Markierung zwischen diese beiden Linien. Wahrscheinlich gingen sie von ihrer vorigen Antwort aus und wussten, dass etwas weniger als vorhin in dem Messbecher sein musste.

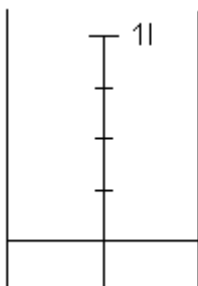
Markierung bei 0,4 cm:

Diese zehn Kinder blieben ihrer Lösungsstrategie treu und erkannten nicht, dass man hier Liter und Zentimeter nicht gleichsetzen konnte.

Markierung beim 4. Strich:

Auch diese fünf Kinder änderten ihre Strategie nicht und glaubten, dass der Abstand zwischen zwei Strichen 0,1 Litern entspräche.

Frage 6: „Wie viel Wasser ist in den 1-Liter-Messbechern?“



richtig	30
falsch	47
keine Antwort	5

Auch bei der Umkehrung der Frage 5 bearbeiteten fast alle Kinder die Aufgabe. Im Vergleich mit dem ersten Fragebogen steigerte sich jedoch auch hier die Ausbeute an richtigen Antworten nur unwesentlich um acht. Es fällt auf, dass die Fragen 5 und 6 beim ersten Fragebogen verhältnismäßig gut ausfielen, beim zweiten aber die meisten Probleme bereiteten. Frage 6 war noch etwas schwieriger als Frage 5. Dies war aber auch beim ersten Fragebogen der Fall.

Häufigste Falschantworten

0,5	8
0,1	7
0,10	5
0,01	4

0,5:

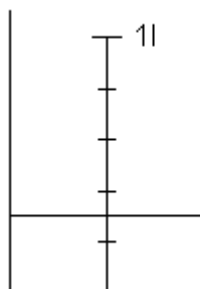
Ich vermute, dass diese acht Kinder abgemessen haben. Der Abstand zum Boden beträgt zwar 0,7 cm, ich glaube aber, dass sie lediglich ungenau waren.

0,1 bzw. 0,10:

Zwölf Kinder wählten dieses Volumen. Hier handelt es sich mit größter Wahrscheinlichkeit wieder um die falsche Annahme, dass der Abstand zwischen zwei Linien nur für ein Volumen von 0,1 Litern steht. Die zweite Schreibweise kommt vielleicht daher, dass diese Kinder Zahlen mit zwei Kommastellen bevorzugen.

0,01:

Diese vier Kinder setzten offenbar einen Teilstrich mit 0,01 Litern gleich.



richtig	24
falsch	53
keine Antwort	5

Diese Aufgabe fiel am schlechtesten aus. Nur 24 Kinder konnten sie richtig lösen. Keines dieser Kinder versuchte das Volumen in Millilitern anzugeben. Die fünf Kinder, die auch schon den ersten Teil ausließen, versuchten auch nicht den zweiten zu lösen. Anscheinend taten sich die Kinder, wie auch schon bei Frage 5, mit Werten zwischen den Linien der Skala schwer. Verglichen mit der ähnlichen Aufgabe des ersten Fragebogens (0,5 Liter), gab es nur zwei richtige Antworten mehr, bei fast 30 Kindern, die hier zusätzlich antworteten.

Häufigste Falschantworten:

0,15	8
0,25	6

Hier wählte kein Kind die Strategie, Zentimeter mit Litern gleichzusetzen. Wahrscheinlich liegt es daran, dass der Abstand zum Boden genau 1 cm beträgt und diese Lösung zu schön für einen Wasserstand zwischen zwei Linien erscheint.

0,15:

Acht Kinder setzen hier auf die Strategie eine Linie der Skala mit 0,1 Litern gleichzusetzen. Folglich ergibt sich hier dann ein Volumen von 0,15 Liter.

0,25:

Wahrscheinlich schätzten diese sechs Kinder den Inhalt ab. Da einige von ihnen die 0,5 Liter bei der dritten Linie eingezeichnet hatten, blieben diese bei ihrer Strategie und erkannten, dass die Hälfte der Hälfte 0,25 Liter sind.

Frage 7: „Addiere“

a) $3,48\text{ m} + 4,3\text{ m} =$

richtig	67
falsch	15

Die Ergebnisse bei Frage 7 sind wieder wesentlich besser als beim ersten Fragebogen. Alle Kinder versuchten zumindest die Frage zu beantworten, auch wenn 15 Kinder zu einem falschen Ergebnis kamen.

Falschantworten

7,51	14
7,81	1

Vermutlich rechneten alle 15 Kinder nach der „Komma-trennt-Vorstellung“, wobei das zweite Ergebnis vermutlich durch eine Kombination mit der richtigen Methode zustande kam. (Zuerst fälschlicherweise: $8 + 3$ ergibt 11, eins weiter, dann richtig die beiden Zehntelstellen addiert $3 + 4$ plus den Übertrag 1 ergibt 8)

b) $5,7\text{ m} + 2,8\text{ m} =$

richtig	63
falsch	19

Die Aufgabe 7b) beantworteten zusätzliche vier Kinder falsch. Zwei Schüler schrieben „8,50 m“ statt „8,5 m“. Hier passierten auch einige Rechenfehler (8,4 m bzw. 8,6 m).

Häufigste Falschantworten:

7,15	9
8,15	4

7,15 m:

Neun Kinder rechneten mit der „Komma-trennt-Vorstellung“ und kamen zu dem Ergebnis „7,15 m“. Auch bei dieser Strategie gab es einige Rechenfehler, so kam jeweils ein Kind zu dem Ergebnis „7,14 m“ bzw. „7,16 m“.

8,15 m:

Diesmal kombinierten vier Kinder die „Komma-trennt-Vorstellung“ mit einem Übertrag zur Einerstelle.

Frage 8: „Jan hat eine 0,85 m lange Leiste. Er sägt hiervon ein Stück von 0,4 m Länge ab. Wie lang ist das Reststück?“

richtig	50
falsch	31
keine Antwort	1

Die Lösungsquote dieser Aufgabe verbesserte sich signifikant. Waren es zu Beginn des Schuljahres gerade einmal neun Schülerinnen und Schüler, die zum

richtigen Ergebnis gekommen sind, so schafften es diesmal 50. Keines der Kinder wandelte die Längen in Zentimeter um, somit konnte auch kein Fehler bei der Einheit passieren. Beim ersten Fragebogen gaben 14 Kinder keine Antwort, diesmal war es nur eines.

Häufigste Falschantworten:

0,81 m	10
0,6 m	5

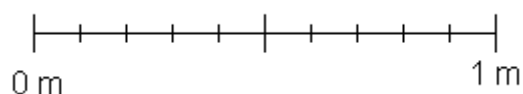
0,81 m:

Wieder sieht man, dass die „Komma-trennt-Vorstellung“ zu den meisten Fehlern geführt hat. Zehn Kinder bedienten sich hier dieser Fehlerstrategie.

0,6 m:

Diese Antwort kam wahrscheinlich durch Schlampigkeit zustande. Diese fünf Kinder lasen die Angabe wahrscheinlich nicht genau genug durch und glaubten anscheinend aufgrund der abgebildeten Strecke (1 Meter), dass die Leiste auch so lang sei. Und subtrahierten dann 0,4 m von 1 m.

Zeichne ein:



richtig	37
falsch	28
keine Antwort	17

Auch die graphische Lösung gelang diesmal viel mehr Kindern, jedoch schafften es von den 50 nur 37 Kinder. Es gab auch wieder mehr Kinder, die diese Teilaufgabe ausließen. Hier gibt es nur eine geringe Verbesserung zum ersten

Fragebogen, dort hatten 22 die Aufgabe ausgelassen. Viele von ihnen hatten die Rechnung aber richtig gelöst (10).

Häufigste Falschantworten:

0,81 m	9
0,6 m	5

Die meisten Kinder, die zwar die Rechnung falsch hatten, konnten ihre Lösung einzeichnen. Dem entsprechend sind die falschen Antworten hauptsächlich aufgrund der Rechnung zustande gekommen. Nur ein Kind, das nach der „Komma-trennt-Vorstellung“ gerechnet hatte, ließ den graphischen Teil aus. Die 0,6 m konnten alle fünf richtig einzeichnen. Ein paar wenige verzählten sich offenbar bei den Teilstrichen und zeichneten dann zum Beispiel anstatt 0,45 m 0,35 m ein.

Frage 9: „Um wie viel ist...“

a) *0,75 m länger als 0,5 m?*

richtig	49
falsch	26
keine Antwort	7

Wieder merkt man eine deutliche Verbesserung, auch wenn man sich bessere Ergebnisse wünschen würde. Immerhin konnte jetzt mehr als die Hälfte diese Frage richtig beantworten. Nur eines dieser 49 Kinder wandelte auf Zentimeter um. Es ließen sieben Kinder (8,5 %) die Frage aus. Beim ersten Fragebogen waren es 40 %.

Häufigste Falschantworten:

0,70 m	12
25 dm	4
70 m	3

0,70 m:

Im Unterschied zum ersten Fragebogen, steht diesmal die „Komma-trennt-Vorstellung“ nicht im Widerspruch zur Angabe. Wäre es anders gewesen, wäre dieser Fehler möglicherweise seltener vorgekommen.

25 dm:

Der Trick auf eine kleinere Einheit umzuwandeln ist bei einigen unsichereren Kindern beliebt, birgt aber, wie man sieht eine weitere Fehlerquelle.

70 m:

Diese drei Kinder haben wahrscheinlich die „Kein-Komma-Vorstellung“.

b) *0,75 Liter mehr als 0,7 Liter?*

richtig	47
falsch	27
keine Antwort	8

Diese Frage wurde annähernd gleich gut gelöst wie die erste Teilaufgabe. Ein Kind verwendete die Einheit Deziliter richtig. Ein anderes irrte sich bei der Einheit und antwortete 5 ml (offenbar ist es für die Schülerinnen und Schüler ein Problem, dass ein Liter 1 000 Milliliter hat), daher hatte es diesmal ein falsches Ergebnis. Ein weiteres Mädchen ließ diese Aufgabe aus.

Häufigste Falschantworten:

0,68 l	9
0,5 l	8
68 l	3

0,68 l:

Wieder ist die „Komma-trennt-Vorstellung“ die häufigste Fehlerquelle.

0,5 l:

Hier gab es anscheinend ein Problem mit den Stellenwerten.

68 l:

Die drei Kinder blieben ihrer Strategie, der „Kein-Komma-Vorstellung“, treu.

c) *0,75 größer als 0,5?*

richtig	44
falsch	29
keine Antwort	9

Die Lösungsquote nimmt leicht ab, da die Kinder nun nicht mehr auf kleinere Maßeinheiten umwandeln können, doch einige blieben bei dieser Strategie. Zudem beantworteten hier schon neun Kinder die Frage nicht mehr. Bei der ersten Teilaufgabe waren es nur sieben. Gegenüber der zweiten Teilaufgabe ist wieder ein leichter Anstieg bei der „Komma-trennt-Vorstellung“ zu erkennen.

Häufigste Falschantworten:

0,70	13
25	4
68	3

0,70:

Bei dieser Teilaufgabe rechneten die meisten Kinder mit der „Komma-trennt-Vorstellung“. Es ist aber nur ein Kind mehr als bei der ersten Teilaufgabe.

25:

Wahrscheinlich wollten diese vier Kinder auf eine kleinere Einheit umrechnen, hatten aber Schwierigkeiten, da in der Angabe keine Einheiten vorkamen.

68:

Wieder kamen die drei gleichen Kinder zu einem Ergebnis, das nahe legt, dass die Kinder die „Kein-Komma-Vorstellung“ haben.

Frage 10: „Lena kauft fünf Säcke Kartoffeln. In jedem Sack sind 0,8 kg. Wie viel kg Kartoffeln hat Lena insgesamt gekauft?“

richtig	60
falsch	20
keine Antwort	2

60 Kinder beantworteten diese Frage richtig. 33 von ihnen fügten ihrer Antwort einen nicht notwendigen Nuller hinzu („4,0“), möglicherweise weil sie ihr Ergebnis der Nebenrechnung unreflektiert abgeschrieben haben. Lustiger weise fügten drei Kinder sogar einen weiteren Nuller hinzu („4,00“). Bei der ersten Befragung konnten nur 20 Kinder die Aufgabe lösen.

Häufigste Falschantworten:

0,40 kg	7
40 kg	5

Die größte Fehlerquelle war ein falsches oder kein Setzen des Kommas. Die weiteren Falschantworten (hier nicht aufgeführt) lassen kein Muster erkennen, vielleicht wurden diese Ergebnisse geschätzt oder geraten. Die erste Falschantwort deutet auf die „Komma-trennt-Vorstellung“ hin. Die zweite könnte aufgrund der „Kein-Komma-Vorstellung“ passiert sein.

Frage 11: „Ein Kiste Fanta kostet 5,98 €. Wie viel kosten 10 Kisten?“

richtig	66
falsch	16

Alle Kinder trauten sich diesmal zu die Frage zu beantworten, 66 lösten die Aufgabe korrekt, wobei 15 Kinder ihr Ergebnis ohne Hundertstelstelle schrieben („59,8 €“) ein Kind wählte die Schreibweise „59 € 80 c“. Beim ersten Fragebogen erhielten nur 42 Kinder ein richtiges Ergebnis. Damals ließen diese Frage sogar mehr Kinder aus, als hier Falschantworten kamen.

Häufigste Falschantwort:

5,980 €	6
---------	---

Sechs Kinder rechneten, als ob sie es mit einer natürlichen Zahl zu tun hätten und hängten einen Nuller an die Zahl an.

Frage 12: „Tobias zersägt ein 3,75 m langes Brett in gleich lange Teilstücke von 0,75 m Länge. Wie viele Stücke erhält er?“

richtig	47
falsch	27
keine Antwort	8

Zwar musste auch bei dieser Frage analog zum ersten Fragebogen dividiert werden, diesmal muss jedoch eine „Dezimalzahl“ durch eine „Dezimalzahl“ dividiert werden, wobei man als Ergebnis diesmal eine natürliche Zahl erhält. Die Lösungsquote liegt etwa bei 57 %.

Häufigste Falschantworten:

4	5
3	4
6	3
2	3

Die falschen Antworten liegen um die korrekte Lösung verteilt. Wahrscheinlich wurde geschätzt oder geraten. Auch die nicht aufgeführten Ergebnisse sind zum Großteil natürliche Zahlen, jedoch gab es auch drei „Dezimalzahlen“ als Ergebnis, da die betreffenden Kinder multipliziert, anstatt dividiert hatten ($3,75 \cdot 0,75$), jedoch kam jedes Kind auf ein etwas anderes Ergebnis. Die Antwort „3“ kam wahrscheinlich dadurch zustande, dass die Kinder $3,75 - 0,75$ gerechnet hatten. Ein Kind belegt meine Vermutung durch die entsprechende Nebenrechnung.

6. Kenntnisse nach dem Unterricht über Dezimalzahlen in der 1. Klasse Hauptschule (1. Leistungsgruppe, 2. Fragebogen)

Da die Leistungsgruppen zu Beginn des Schuljahres nur vorläufig eingeteilt waren und man schon am Fragebogen der zweiten Leistungsgruppe erkennen konnte, dass sich das ein oder andere Kind genauso geschickt anstellte wie Kinder aus der ersten Leistungsgruppe, nahmen beim zweiten Fragebogen 55 Schülerinnen und Schüler aus der ersten Leistungsgruppe teil. Da zusätzlich auch noch eine dritte Leistungsgruppe eröffnet wurde und in der zweiten und dritten Leistungsgruppe gemeinsam nur 15 Kinder teilnahmen, entschloss ich mich dazu nur über die Ergebnisse der ersten Leistungsgruppe zu berichten.

Frage 1: „Kreuze jeweils die längere Strecke an.“

a) 5,8 m oder 5,4 m

5,8 m	51
keine Antwort	4

Auch in der Hauptschule verglichen vier Kinder die Zahlen spaltenweise, daher kreuzten sie auch nichts bei der Frage 1a) an, da die beiden größten Zahlen bei der Aufgabe 1b) stehen.

b) 8,2 m oder 7,8 m

8,2 m	51
Zwei Kreuze	4

Hier kreuzten die vier Kinder beide Antwortmöglichkeiten an.

c) 6,2 m oder 6,19 m

6,2 m	40
6,19 m	11
keine Antwort	4

Die guten Ergebnisse bei den ersten beiden Teilaufgaben waren ja auch schon bei der ersten Testung vorhanden.

Bei 1c) hingegen ist zwar eine deutliche Verbesserung zu erkennen, trotzdem glaubten elf Kinder noch immer, dass 6,19 m die längere Strecke sei.

Verglichen mit der AHS fiel diese Frage also etwas schlechter aus. Kein Kind glaubte jedoch, dass beide Strecken gleich lang seien.

„Kannst du deine Antwort bei c) begründen?“

Richtige Begründung	27
Begründung, dass 6,19 m länger ist	3
Unzureichende Begründung	6
keine Antwort	19

Etwa zwei Drittel der Kinder, die 1c) richtig beantworteten, konnten diese Antwort auch begründen. Damit waren es doch weniger Kinder als im Gymnasium, dort konnten drei Viertel eine richtige Begründung geben. Nur drei Kinder gaben eine schlüssige Erklärung dafür, warum sie glaubten, dass „6,19 m“ länger sei.

Richtige Begründungen:

Beispiele:

- „Weil 6,2 ist gleich wie 6,20“
- „6E1z9h, 6E2z0h“
- „Weil die Zehntel bei 6,2 2z sind, und bei 6,19 1z“
- „Weil nach dem Komma die z (Zehntel)Stelle kommt und die größer wie die andere z Stelle ist.“
- „Es ist um 0,01 m länger“

Die meisten Kinder (19) argumentierten mit der Tatsache, dass man sich einen Nuller bei 6,2 m dazu denken kann (Beispiel 1).

Fünf Kinder argumentierten mit Stellenwerten und wie man am zweiten Beispiel sieht, zeigt eines dieser Kinder auch, dass man dann gleich auch noch null Hundertstel dazuschreiben kann.

Zwei Kinder gaben die Differenz „0,01 m“ an. Auffällig ist es, dass kein Kind versuchte die Meter in Zentimeter umzuwandeln (letztes Beispiel).

Begründungen, dass 6,19 m länger ist:

- „Weil bei 6,19m nach dem Komma 2 Stellen sind und bei 6,2 nur eine.“
- „Weil es 2 Stellen hinterm Komma hat.“
- „Es ist um 0,17 m größer“

Ich vermute, dass alle drei Kinder aufgrund der „Komma-trennt-Vorstellung“ auf ihre falsche Antwort kamen.

Unzureichende Begründungen:

Beispiele:

- „6,19 m sind länger“
- „6,2 m ist mehr als 6,19 m“

Wie man an den beiden Beispielen sieht, konnten sowohl Kinder, die die Aufgabe 1c) richtig als auch falsch hatten, keine richtige Begründung formulieren. Das waren anteilmäßig weniger Kinder als in der AHS, dafür gaben aber insgesamt weniger eine Antwort.

Keine Antwort:

Dass die vier Kinder, die spaltenweise verglichen hatten, jetzt keine Antwort gaben, überrascht mich nicht, da sie sich hier nicht auskennen konnten. Doch auch 15 Kinder, die die vorigen Aufgaben richtig verstanden hatten, gaben keine Antwort. Somit waren es in der Hauptschule mehr Kinder als in der AHS.

Frage 2: „Wer hat den längsten Schal?“

Miriam: 1,42m	40
Jonas: 1,185 m	14
David: 1,3 m	1

Die Frage fiel etwas schlechter als in der AHS aus. Die Verbesserung zum ersten Fragebogen ist jedoch enorm (damals konnten nur drei Kinder die Aufgabe lösen). Zwei Kinder lösten die Aufgabe, indem sie an jede Zahl Nuller anhängten, sodass jede drei Kommastellen hatte

Richtige Antwort:

Die Kinder, die bei 1c richtig lagen, konnten auch diese Aufgabe richtig lösen.

1,185 m:

Diese 14 Kinder haben offenbar noch die „Komma-trennt-Vorstellung“

1,3 m:

Nur ein Kind kreuzte diese Antwort an, eventuell glaubte es, dass immer die Zahl mit den wenigsten Kommastellen die größte sei.

Frage 3: „Wie viel wiegt ungefähr ein 11-jähriger Schüler?“

43,5 kg	53
435,0 kg	1
4,35 kg	1

Nur zwei Kinder beantworteten diese Frage falsch, eines von ihnen schätzte seine eigene Masse sogar auf 40 – 43 kg, kreuzte jedoch die Möglichkeit „435,0 kg“ an. Diese Frage ging ähnlich gut wie in der AHS aus. Es ist eine deutliche Verbesserung gegenüber der ersten Befragung festzustellen.

Frage 4: „Schreibe als Kommazahl:“

a) 2 Zehntel

richtig	43
falsch	8
keine Antwort	4

Auch in der ersten Leistungsgruppe kann man eine deutliche Verbesserung gegenüber der ersten Befragung feststellen, wobei sie nicht ganz so eklatant wie bei den Gymnasiasten und Gymnasiastinnen ausfiel.

Falschantworten:

0,02	4
20,0	2

0,02:

Vier Kinder verwechselten Zehntel mit Hundertstel.

20,0:

Zwei Kinder kennen noch immer nicht den Unterschied zwischen Zehnern und Zehnteln.

b) 5 Hundertstel

richtig	40
falsch	11
keine Antwort	4

Diese Frage konnten jetzt nur noch 40 Kinder richtig beantworten. Die vier Kinder, die schon die erste Teilfrage nicht bearbeiteten, ließen auch 4b) aus.

Häufigste Falschantwort:

0,005	5
-------	---

Die vier Kinder, die auch schon bei Frage 4a) Zehntel mit Hundertstel verwechselten, blieben bei ihrer Strategie und machten die Tausendstel- zur Hundertstelstelle. Ein Kind, das bei a) noch die richtige Antwort gab, machte diesmal auch diesen Fehler. Eines der beiden anderen hat anscheinend die „Komma-trennt-Vorstellung“ und gab die Antwort „0,500“, diese Strategie hat bei a) noch zur richtigen Lösung geführt (die Antwort „0,20“). Das andere glaubte, dass die Hundertstelstelle größer als die Zehntelstelle sein muss und gab die Antwort „5,0“.

c) 2 Einer 3 Zehntel 5 Hundertstel

richtig	39
falsch	12
keine Antwort	4

Diese Teilaufgabe fiel, genauso wie in der AHS, am schlechtesten aus. An den häufigsten Falschantworten bemerkt man, dass die Kinder hauptsächlich an den Stellenwerten nach dem Komma scheiterten, doch es gab auch drei Kinder die die Reihenfolge der Ziffern änderten und die Hundertstelstelle als die größte wählten.

Häufigste Falschantworten:

2,035	3
2,305	2

Bei diesen beiden Falschantworten erkannten die Kinder zwar die richtige Reihenfolge der Stellenwerte (die Angabe suggerierte dies jedoch auch), doch bei der ersten Falschantwort blieben die Kinder der zuvor gewählten Strategie

treu und ließen die „Eintelstelle“ frei. Die Strategie, die hinter der zweiten Falschantwort steckt, kann ich mir nicht erklären.

Frage 5: „Markiere an den 1-Liter-Messbechern mit einem langen Strich:“

0,5 l

richtig	19
falsch	28
keine Antwort	8

Ähnlich wie in der AHS, fiel auch in der Hauptschule diese Aufgabe kaum besser aus als bei der ersten Befragung. Obwohl auch hier viel mehr Kinder die Aufgabe bearbeiteten. Vor der Behandlung der „Dezimalzahlen“ im Unterricht konnte ca. ein Viertel der Kinder diese Frage lösen, jetzt ist es ca. ein Drittel.

Häufigste Falschantworten

Markierung bei 3. Strich	12
Markierung bei 0,5 cm	8

Markierung beim 3. Strich:

Diese Falschantwort macht beinahe die Hälfte aller falschen Antworten aus. Wahrscheinlich widerstrebte es den Kindern die Markierung zwischen den vorgegeben Linien zu zeichnen (vgl. 2. Fragebogen AHS).

Markierung bei 0,5 cm:

Dieser Fehler war auch der zweithäufigste in der AHS. Wahrscheinlich können diese Kinder nicht mit anderen Skaleneinteilungen als den metrischen umgehen.

0,4 l

richtig	27
falsch	20
keine Antwort	8

Wiederum lässt sich bei dieser Teilaufgabe eine deutliche Steigerung feststellen. Trotzdem konnte nicht einmal die Hälfte der Kinder diese Frage richtig beantworten.

Häufigste Falschantworten:

Markierung bei 0,4 cm	8
Markierung bei 1. Strich	5
Markierung zwischen 2. und 3. Strich	4

Markierung bei 0,4 cm:

Diese acht Kinder blieben bei ihrer Strategie die Liter mit Zentimetern gleichzusetzen.

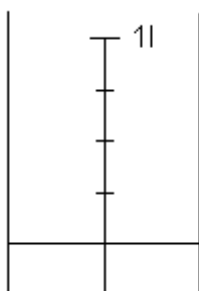
Markierung bei 1. Strich:

Fünf Kinder machten diesen Fehler. Eventuell verwechselten sie „0,4l“ mit „ $\frac{1}{4}$ l“ und setzten zusätzlich die Markierung falsch, da sie die oberste Linie nicht berücksichtigten.

Markierung zwischen 2. und 3. Strich:

Möglicherweise schätzen diese vier Kinder ihre Antwort. Sie hatten bei der ersten Teilaufgabe den 3. Strich markiert, und wussten, dass „0,4 l“ etwas weniger sein musste.

Frage 6: „Wie viel Wasser ist in den 1-Liter-Messbechern?“



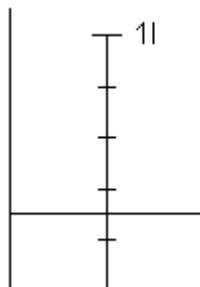
richtig	23
falsch	28
keine Antwort	4

Anders als in der AHS fiel die Frage 6 besser aus als Frage 5a. Die meisten Kinder verwendeten die Dezimalschreibweise, zwei Kinder antworteten mit „ein Fünftel“. Die Strategie Liter in Milliliter umzuwandeln, führte bei keinem Kind zu einem richtigen Ergebnis, da einige dieser Kinder noch weitere Denkfehler hatten, scheint diese Strategie nicht bei den häufigsten Falschantworten auf.

Häufigste Falschantwort:

0,1	4
-----	---

Abgesehen von der Antwort „0,1“ kam keine Falschantwort mehrfach vor. Diesem Fehler liegt die Vorstellung zu Grunde, dass der Abstand zwischen zwei Strichen 0,1 l entspricht.



richtig	20
falsch	30
keine Antwort	5

Die zweite Teilaufgabe fiel ein wenig schlechter aus, als Frage 6a, jedoch liegt die Lösungsquote wieder zwischen denen der Fragen 5a und 5b, somit folgten die Hauptschüler und Hauptschülerinnen nicht dem Trend in der AHS.

Wahrscheinlich hatten die Kinder wieder Probleme mit dem Wert zwischen den vorgegeben Strichen.

Häufigste Falschantwort:

0,15	4
------	---

Wieder gab es nur eine Falschantwort, die häufiger vorkam. Es waren dieselben vier Kinder, die auch schon bei a) diesen Fehler machten.

Frage 7: „Addiere“

a) $3,48\text{ m} + 4,3\text{ m} =$

richtig	39
falsch	16

Die Kinder schnitten wieder etwas schlechter ab, als die Gymnasiasten. Doch die Verbesserung zum ersten Fragebogen fiel wieder deutlich aus.

Häufigste Falschantwort:

7,51	11
------	----

Die meisten Fehler kamen aufgrund der „Komma-trennt-Vorstellung“ zustande. Dies war auch in der AHS der wesentliche Grund für Fehler.

b) $5,7\text{ m} + 2,8\text{ m} =$

richtig	43
falsch	11
keine Antwort	1

Diese Aufgabe fiel in der Hauptschule besser aus als in der AHS. Hier kann man einen Anstieg der Lösungsquote feststellen. Im Gymnasium nahm sie ab.

Häufigste Falschantwort:

7,15	7
------	---

Wieder war die „Komma-trennt-Vorstellung“ Fehlerquelle Nummer eins.

Frage 8: „Jan hat eine 0,85 m lange Leiste. Er sägt hiervon ein Stück von 0,4 m Länge ab. Wie lang ist das Reststück?“

richtig	25
falsch	29
keine Antwort	1

Diese Aufgabe konnte bei der ersten Befragung kein Kind lösen. Doch auch nach der Behandlung der „Dezimalzahlen“ im Unterricht konnte es nicht einmal die Hälfte.

Häufigste Falschantworten:

0,81m	12
45 m	3

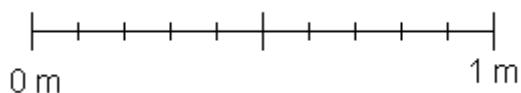
0,81 m:

Hier rechneten zwölf Kinder nach der „Komma-trennt-Vorstellung“. Es fällt auf, dass die Kinder gerne mal ihre Vorstellung wechseln. Vor allem bei oft geübten Rechnungen (siehe Frage 7) verwerfen sie diese Fehlvorstellung und können diese Aufgaben richtig lösen.

45 m:

Hierbei handelt es sich möglicherweise um einen Schlampigkeitsfehler. Die Kinder rechneten wahrscheinlich mit Zentimetern und übersahen die vorgegebene Einheit „Meter“.

Zeichne ein:



richtig	15
falsch	29
keine Antwort	11

Diese Aufgabe konnte nur noch von 25 Kindern richtig gelöst werden, doch zehn von ihnen gelang dies nicht. Viele Kinder, egal, ob sie den ersten Teil richtig oder falsch hatten, ließen den graphischen Teil aus.

Häufigste Falschantworten:

0,81 m	12
--------	----

Nur ein Kind, das dieses Ergebnis bei der Rechnung hatte, konnte seine Rechnung nicht graphisch darstellen. Allen anderen gelang dies.

Frage 9: „Um wie viel ist...“

a) *0,75 m länger als 0,5 m?*

richtig	27
falsch	23
keine Antwort	5

Verglichen mit dem ersten Fragebogen ist dieses Ergebnis sehr gut, jedoch schaffte es nicht einmal die Hälfte der Kinder diese Frage richtig zu beantworten (AHS: ca. 60%). Immerhin ließen jetzt nur fünf Kinder die Aufgabe aus, bei der ersten Befragung waren es fast 66%.

Häufigste Falschantworten:

0,70 m / 0,7 m	11
70 m	3

0,70 m bzw. 0,7 m:

Acht dieser elf Kinder, die scheinbar die „Komma-trennt-Vorstellung“ hatten, ließen auch den Nuller an der Hundertstelstelle stehen. Die drei anderen wussten zwar, dass man diesen Nuller nicht schreiben muss, trotzdem halten sie an dieser Fehlvorstellung fest.

70 m:

Hier handelt es sich wahrscheinlich um die „Kein-Komma-Vorstellung“.

b) *0,75 Liter mehr als 0,7 Liter?*

richtig	28
falsch	22
keine Antwort	5

Jetzt schaffte ein Kind zusätzlich diese Aufgabe zu lösen, in der AHS hingegen, machten zwei Kinder zusätzlich einen Fehler. Dennoch liegt die Lösungsquote in der AHS über der in der ersten Leistungsgruppe. Diese Frage wurde wieder von denselben fünf Kindern ausgelassen, die auch schon die erste Teilaufgabe nicht bearbeitet hatten.

Häufigste Falschantworten:

0,68 l	8
5 l	3
ja	3

0,68 l:

Acht Kinder blieben bei der „Komma-trennt-Vorstellung“.

5 l:

Diese drei Kinder hatten anscheinend Probleme mit den Einheiten.

ja:

Hier wurde wohl die Angabe nicht ordentlich durchgelesen und die Frage falsch verstanden.

c) 0,75 größer als 0,5?

richtig	22
falsch	28
keine Antwort	5

Die Frage ohne Einheiten war wohl die schwierigste. Es ließen wieder dieselben Kinder die Aufgabe aus. Nur 40 % konnten diese Frage richtig beantworten. In der AHS waren es zumindest etwas mehr als die Hälfte.

Häufigste Falschantworten:

0,70 bzw. 0,7	12
ja	3

0,70 bzw. 0,7:

Interessanterweise erhielten die gleichen Kinder wie bei der ersten Teilaufgabe dieses Ergebnis. Ein weiteres kam zum Ergebnis „0,70“. Ohne Einheiten wird wohl die „Komma-trennt-Vorstellung“ wieder etwas populärer.

ja:

Wieder gaben dieselben drei Kinder diese Antwort (siehe oben).

Frage 10: „Lena kauft fünf Säcke Kartoffeln. In jedem Sack sind 0,8 kg. Wie viel kg Kartoffeln hat Lena insgesamt gekauft?“

richtig	44
falsch	11

Alle Kinder versuchten diese Frage zu beantworten, 44 schafften dies auch. Wie schon in der AHS, war die Antwort „4,0 kg“ etwas beliebter (26-mal).

Häufigste Falschantworten:

40 kg	6
0,40 kg	2

Auch die häufigsten Fehler erinnern ans Gymnasium, wobei die Hauptschüler und Hauptschülerinnen den Fehler, bei dem sie nach der Multiplikation auf das Setzen des Kommas vergaßen, häufiger machten. Die „Komma-trennt-Vorstellung“ führte hier lediglich bei zwei Kindern zum Fehler.

Frage 11: „Ein Kiste Fanta kostet 5,98 €. Wie viel kosten 10 Kisten?“

richtig	43
falsch	11
keine Antwort	1

Nur ein Kind bearbeitete diese Frage nicht, also spielte das Zeitlimit bei der zweiten Befragung in der Hauptschule keine Rolle. Fast 80 % der Kinder schafften es, diese Frage richtig zu beantworten, somit liegt die Lösungsquote nur knapp unter der in der AHS. Auch hier kamen Schreibweisen mit und ohne Hundertstelstelle vor, wobei wieder eine Vorliebe für die Variante mit zwei Kommastellen zu erkennen ist (31-mal). Die Schreibweise „59 € 80 c“ kam hingegen gar nicht vor.

Häufigste Falschantworten:

5,980 €	2
57,80 €	2

Die einzelnen Falschantworten lassen kaum ein Muster erkennen, lediglich die beiden oben erwähnten Varianten kamen zweimal vor. Bei der ersten handelt es sich wahrscheinlich um ein falsches Anwenden der Rechenregeln für natürliche Zahlen (bei einer Multiplikation mit zehn hängt man einen Nuller an die Zahl). Die zweite Falschantwort spricht für schlampiges Schreiben bzw. Abschreiben.

Frage 12: „Tobias zersägt ein 3,75 m langes Brett in gleich lange Teilstücke von 0,75 m Länge. Wie viele Stücke erhält er?“

richtig	30
falsch	12
keine Antwort	13

Die Lösungsquote liegt wieder leicht unter der der Gymnasiasten bei ca. 55 %, wobei hier viel mehr Kinder gar keine Antwort gaben.

Häufigste Falschantwort:

3	2
---	---

Die falschen Antworten lassen keine einheitliche Fehlerstrategie erkennen. Ein Kind erhielt die Antwort „3“, obwohl es wusste, dass es $375 : 75$ berechnen musste. Möglicherweise kam das zweite Kind zu der Lösung, indem es subtrahierte (siehe 2. Fragebogen AHS). Ein weiteres Kind subtrahierte zwar erhielt aber das Ergebnis „2,90“. Es wurde auch wieder multipliziert und es ist eine starke Schwäche beim Dividieren zu erkennen (drei weitere dividierten zwar, erhielten aber alle ein anderes Ergebnis).

7. Kenntnisse über Dezimalzahlen in der 2. Klasse AHS

(1. Fragebogen)

Alle sechs zweiten Klassen des Gymnasiums nahmen in der ersten Schulwoche an diesem Test teil. Ich behandle ihn deshalb erst nach dem zweiten Fragebogen in den ersten Klassen, da bei den Zweitklässlern die Sommerferien zwischen dem Unterricht und dem Test lagen und ich auch den Faktor Vergessen mit berücksichtigen möchte. Ich erwartete etwas schlechtere Ergebnisse als beim zweiten Fragebogen in den ersten Klassen, obwohl dies größtenteils nicht eingetroffen ist.

162 Kinder nahmen hier teil.

Klasse	Schüleranzahl
2a	27
2b	27
2c	27
2d	29
2e	28
2f	24
insgesamt	162

Frage 1: „Kreuze jeweils die längere Strecke an.“

a) 7,3 cm oder 7,5 cm

7,5 cm	147
zwei Kreuze	10
keine Antwort	5

Auch in den zweiten Klassen taten sich zehn Kinder mit der Fragestellung schwer und kreuzten beide Zahlen an. Offenbar verglichen auch sie die Zahlen

spalten- und nicht zeilenweise. Weitere drei Kinder ließen die ganze Frage 1) aus. Die zwei anderen Mädchen antworteten nur bei 1c).

b) *6,1 cm* oder *5,9 cm*

6,1 cm	142
keine Antwort	20

Alle 20 Kinder, die nicht antworteten, hatten bei 1a) entweder beide Antwortmöglichkeiten angekreuzt oder die Nummer 1a) ausgelassen.

c) *4,6 cm* oder *4,58 cm*

4,6 cm	134
4,58 cm	10
zwei Kreuze	1
keine Antwort	18

Bei dieser Frage waren sich die Kinder nicht mehr so einig. Zehn glaubten immer noch, dass 4,58 cm länger sei und ein Mädchen dachte, dass beide Längen gleich lang seien (siehe Begründung). Doch entgegen meinen Erwartungen fiel diese Frage bei den Zweitklässlern besser aus als beim zweiten Fragebogen der ersten Klassen. Diesmal antworteten zwei Mädchen, die die beiden vorigen Aufgaben ausgelassen hatten.

„Kannst du deine Antwort bei c) begründen?“

Richtige Begründung	68
Falsche Begründung mit Maßeinheiten	18
Begründung, dass 4,58 cm länger ist	2
Begründung, warum beides angekreuzt	1
Unzureichende Begründung	28
Zwei Kreuze bei a)	3
keine Antwort	42

Bei 1c) merkte man deutlich, dass die Kinder schon einmal mit „Dezimalzahlen“ zu tun hatten. Doch bei der Begründung schaut die Sache nicht mehr so gut aus. Nur knapp die Hälfte konnte ihre richtige Antwort begründen. Dies ist jetzt eine Verschlechterung gegenüber den Kindern, die die ähnlichen Aufgaben direkt nach der Behandlung im Unterricht gemacht hatten. Wobei dort aber die Einheit „Meter“ gegeben war und daher die Umwandlung in Zentimeter dort kein Fehler war. Dort kamen daher kaum falsche Begründungen mit Maßeinheiten vor. Wenn man diese Tatsache berücksichtigt, dann ist der Unterschied zwar nicht mehr ganz so deutlich, dennoch läge die Lösungsquote erst bei ungefähr zwei Dritteln (Drei Viertel 1. Klasse AHS, zwei Drittel 1. Klasse Hauptschule).

Drei begründeten ihre falschen Antworten und 18 hatten in ihrer Begründung einen Fehler in der Größenordnung (dieser Fehler kam beim zweiten Fragebogen kaum vor). Mit nur 68 richtigen Antworten fiel diese Frage des Fragebogens am schlechtesten aus.

Richtige Begründungen:

Beispiele:

- „Man kann statt 4,6 cm 4,60 schreiben“
- „Das Zehntel ist bei 4,6 cm größer“
- „4,58 cm ist um 0,02 cm kleiner“
- „4,6 ist um 2 Hundertstel größer“

Am häufigsten kamen Argumente ähnlich der ersten Begründung, 43 Kinder begründeten 1c) damit, dass man bei 4,6 cm einen Nuller anhängen kann. Zwei von ihnen erweiterten ihre Begründung noch mit einem Hinweis darauf, dass es auf die jeweiligen Stellenwerte ankommt.

15 Kinder begründeten nur mit einem Stellenwertargument (ähnlich dem zweiten Beispiel).

Zehn Kinder gaben die genaue Differenz zwischen den beiden Zahlen an (siehe Beispiele 3 und 4).

Falsche Begründungen mit Maßeinheiten:

Beispiele

- „2 mm Unterschied“
- „Weil 2 cm fehlen“
- „4,6 cm = 460 mm und 4,58 cm = 458 mm“

18 Kinder verstanden zwar das Prinzip, verwechselten aber die Einheit. Ihre Taktik, auf eine kleinere Einheit umzuwandeln, funktionierte in diesem Fall nicht. Einige glaubten wahrscheinlich, dass es sich bei der Angabe um Meter handelte und wandelten so auf Zentimeter um (siehe 2. Beispiel). Andere erkannten zwar, dass sie es hier mit Angaben in Zentimetern zu tun hatten, irrten sich aber bei der Umwandlung auf Millimeter. Anscheinend glaubten sie, dass ein Zentimeter aus 100 Millimetern bestünde.

Begründungen, dass 4,58 cm länger ist:

- „58 ist größer als 6, daher 4,58 ist größer als 4,6“
- „58 mm ist größer als 6 mm“

Nur zwei Mädchen begründeten ihre falsche Antwort. Die gegebenen Begründungen deuten auf die „Komma-trennt-Vorstellung“ hin. Es ist anzunehmen, dass auch die anderen Kinder, die bei der Aufgabe 1c) falsch geantwortet hatten, noch an dieser Vorstellung festhalten.

Beides angekreuzt:

- „Wenn man es rundet, dann kommt man auf das gleiche Ergebnis“

Die Schülerin, die beides angekreuzt hatte, argumentierte mit der Tatsache, dass man 4,58 cm auf 4,6 cm runden könne und die beiden Zahlen daher auch gleich groß sind. Sie hat also noch nicht genau verstanden, dass man beim Runden eine andere (ungenauere) Zahl erhält.

Unzureichende Begründungen:

Beispiele:

- „4,6 ist größer als 4,58!“
- „Weil es größer ist“
- „Ist ja logisch“
- „Weil das einfach so ist“

28 Kinder konnten keine Begründung formulieren, obwohl sie es versuchten. Wie man an den Beispielen sieht, versuchen sie ihre Antwort zu begründen, indem sie noch mal schrieben, was sie schon mit ihrer Antwort bei c) ausgesagt hatten. Oder sie drückten in ihrer Antwort aus, dass man hier ja nichts mehr erklären muss und die Frage eigentlich unnötig sei.

Zwei Kreuze bei a):

- „Warum c, ich hab doch bei a gekreuzt“
- „Bei c ist es doch am kürzesten“

Drei Kinder, die bei 1a) beides angekreuzt hatten, drücken jetzt ihre Verwirrung bei der Begründung aus. Da sie offensichtlich spaltenweise verglichen hatten, konnten sie mit dieser Teilfrage natürlich nichts anfangen.

Keine Antwort:

Anscheinend konnten 42 Kinder mit einer solchen Begründungsaufgabe nichts anfangen. Bei den sieben, die beide Möglichkeiten bei 1a) angekreuzt hatten, ist klar, dass sie sich bei dieser Frage nicht auskennen konnten (siehe oben). Zu den 28 Kindern, die es wenigstens probiert hatten, kommen jetzt noch einmal 35, die die Frage ausgelassen hatten.

Frage 2: „Wer ist am weitesten gesprungen?“

Manfred: 3,6m	141
Andreas: 3,281 m	14
Melanie: 3,55 m	4
Ich weiß es nicht	3

Richtige Antwort:

Fast 90 % der Kinder konnten diese Frage richtig beantworten. Dies ist deutlich besser als das Ergebnis in den ersten Klassen direkt nach der Behandlung im Unterricht. Anscheinend wurde doch noch viel mit den „Dezimalzahlen“ gearbeitet und den Kindern ist der Umgang mit diesen schon sehr geläufig.

3,281 m:

Die meisten Fehler kamen aufgrund der „Komma-trennt-Vorstellung“ (eventuell auch die „Kein-Komma-Vorstellung“) zustande. 14 Kinder glaubten, dass die Zahl mit den meisten Kommastellen die richtige sei.

3,55 m:

Diese vier Kinder haben vielleicht zusätzlich zur „Komma-trennt-Vorstellung“ Probleme mit „Dezimalzahlen“, die mehr als zwei Kommastellen haben.

Ich weiß es nicht:

Ich vermute, dass hier der Reiz der Antwortmöglichkeit im Vordergrund stand. Ansonsten wäre es sehr bedenklich, dass immer noch drei Kinder nicht wissen, wie man „Dezimalzahlen“ der Größe nach reiht. Die anderen glaubten immerhin es zu wissen.

Frage 3: „Wie groß ist ungefähr ein 11-jähriger Schüler?“

1,35 m	155
135,0 m	5
0,135 m	2

Richtige Antwort:

Obwohl diese Frage eine Spur schlechter ausfiel als in den ersten Klassen, erkennt man, dass das Einschätzen von Größenordnungen den meisten Kindern leicht fällt. Über 95 % der Kinder konnten diese Aufgabe lösen.

135,0 m:

Ich vermute, dass diese fünf Kinder nicht auf die Einheit geachtet hatten und Größenangaben eher in Zentimetern angaben. Diese Problematik gab es beim zweiten Fragebogen ja nicht, da die eigene Körpermasse gewöhnlich nur in Kilogramm angegeben wird. Dies erklärt vielleicht das ein wenig schlechtere Abschneiden bei diesem Fragebogen.

0,135 m:

Ein einziges Kind glaubte, dass diese Antwort richtig sei. Vielleicht handelt es sich um ein Problem mit der „Kein-Komma-Vorstellung“, vermischt mit dem oben genannten Grund.

Frage 4: „Schreibe als Kommazahl:“

a) 4 Hundertstel

richtig	122
falsch	24
keine Antwort	16

Etwa drei Viertel der Kinder konnten diese Frage richtig beantworten. Somit liegt die Lösungsquote etwas unter der in den ersten Klassen AHS. Das Ergebnis ist aber immer noch besser als in der ersten Leistungsgruppe der ersten Klassen. Wobei auffällt, dass viele Kinder die Aufgabe ausließen (diese 16 Kinder ließen die komplette Aufgabe 4 aus). Dies kam direkt nach der Behandlung im Unterricht kaum vor.

Häufigste Falschantworten:

0,004	8
0,4	5
4,00	3

0,004:

Auch hier war die Verwechslung der Hundertstel- mit der Tausendstelstelle eine große Fehlerquelle. („Symmetrie-Denken“ nach PADBERG)

0,4:

Hierbei handelt es sich abermals um eine Verwechslung der Stellenwerte, jedoch wurde die Hundertstelstelle mit der Zehntelstelle vertauscht. Möglicherweise geschah dies aufgrund der „Komma-trennt-Vorstellung“.

4,00:

Wahrscheinlich haben die Kinder hier 4 Hundertstel mit 4 Hundertern verwechselt und das Komma willkürlich gesetzt, weil eine Kommazahl verlangt wurde.

b) *6 Zehntel*

richtig	127
falsch	19
keine Antwort	16

Wie auch schon bei den vorigen Fragebögen, wurde die Teilaufgabe mit der Zehntelstelle von mehr Kindern gelöst, als die mit der Hundertstelstelle. Das liegt womöglich daran, dass die „Komma-trennt-Vorstellung“ hier zu einem richtigen Ergebnis führt. Da hier fünf Kinder die Antwort „0,60“ gaben, wird meine Vermutung bekräftigt.

Häufigste Falschantwort:

0,06	11
------	----

Elf Kinder glauben entweder, dass direkt nach dem Komma die Hundertstelstelle kommt (vermutlich die vier, die vorher „0,4“ geantwortet hatten), oder aber, dass man Platz für eine „Eintelstelle“ lassen müsse (diese sieben gaben vorher die Antwort „0,004“).

c) *3 Einer 7 Zehntel 2 Hundertstel*

richtig	120
falsch	25
keine Antwort	17

Wiederum nahm bei der dritten Teilaufgabe die Lösungsquote leicht ab.

Häufigste Falschantworten:

0,372	3
1,72	3

Es gab sehr viele unterschiedliche falsche Antworten. Nur die beiden oben genannten kamen öfter vor.

0,372:

Wahrscheinlich dachten diese drei Kinder, dass mit der Einerstelle die „Eintelstelle“ gemeint sei.

1,72:

Ich vermute, dass diese drei Kinder die Angabe schlampig gelesen hatten und übersahen, dass es drei Einer sind.

Frage 5: „Markiere an den 1-Liter-Messbechern mit einem langen Strich:“

0,2 l

richtig	110
falsch	22
keine Antwort	30

Diese Frage fiel zwar etwas schlechter aus als die vorigen Fragen dieses Fragebogens (mit Ausnahme der Begründungsaufgabe), jedoch bei weitem nicht so schlecht wie in der ersten Klasse direkt nach der Behandlung des Stoffes. Es ließ aber ein deutlich höherer Anteil die Frage aus. Anscheinend fühlten sich die Erstklässler bei dieser Aufgabe sicherer.

Häufigste Falschantworten:

Markierung bei 2. Strich	8
Markierung zwischen 1.- und 2. Strich	8
Markierung zwischen 2.- und 3. Strich	5

Markierung bei 2. Strich:

Wahrscheinlich glaubten die betroffenen Kinder, dass ein Teilstrich 0,1 l entspräche.

Die anderen Strategien, bei denen die Kinder ihre Markierung zwischen zwei Teilstriche gesetzt haben, kann ich nicht nachvollziehen, vielleicht sind die Antworten geraten. Was mir besonders auffiel war, dass kein Kind 0,2 l mit 0,2 cm verwechselte.

0,8 l

richtig	112
falsch	18
keine Antwort	32

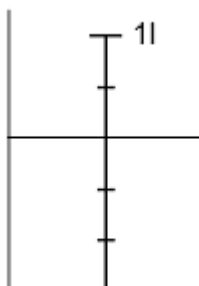
Diese Frage konnten sogar zwei Kinder zusätzlich richtig beantworten. Diese beiden hatten vorher 0,2 l beim 2. Strich eingezeichnet, anscheinend erkannten sie bei dieser Teilaufgabe, dass sie eine andere Strategie brauchen. Ich frage mich nur, warum sie ihren Fehler bei dem ersten Teil nicht korrigiert haben.

Häufigste Falschantworten:

Markierung zwischen 1.- und 2. Strich	8
Markierung zwischen 3.- und 4. Strich	3

Wieder versuchte kein Kind die Aufgabe zu lösen, indem es eine Linie bei 0,8 cm zeichnete. Es gab abermals einige Lösungen, die so wirken, als seien sie geschätzt oder geraten.

Frage 6: „Wie viel Wasser ist in den 1-Liter-Messbechern?“



richtig	93
falsch	39
keine Antwort	30

Die Aufgabe 6 war nach der Begründung bei Frage 1 die mit dem schlechtesten Ergebnis. Nur 93 Kinder (57,4%) konnten sie lösen. Die Antwort 0,6 l war die beliebteste. Vier Kinder wandelten korrekt in Milliliter um. Drei arbeiteten mit Brüchen ($\frac{3}{5}$ l). Viele Kinder bearbeiteten die Frage gar nicht. Dies spricht dafür, dass sie sich unsicher fühlten und dass ihnen das Aufgabenformat möglicherweise nicht vertraut ist, was auch schon bei Frage 5 der Fall gewesen sein könnte.

Häufigste Falschantworten:

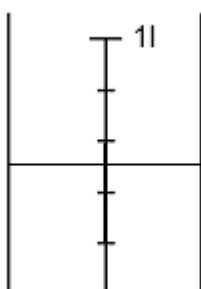
0,5 l / $\frac{1}{2}$ l	19
60 ml	4

$$0,5 \text{ l} / \frac{1}{2} \text{ l}:$$

Viele Kinder glaubten, dass sich im Messbecher ein halber Liter befände. 15 schrieben als Antwort 0,5 l, zwei schrieben ihre Antwort als Bruch, die anderen beiden antworteten in Worten (ein halber Liter). Dieser Fehler kommt wahrscheinlich dadurch zustande, dass das Gefäß nicht bei der 1 l Markierung endet, sondern noch ein bisschen höher ist. Die eingezeichnete Menge könnte durchaus die Hälfte des Gefäßvolumens sein.

60 ml:

Das Umwandeln auf Millilitern bereitete diesen vier Kindern Probleme. Anscheinend wissen auch viele Schülerinnen und Schüler der zweiten Klasse nicht, dass ein Liter 1000 Milliliter hat.



richtig	77
falsch	53
keine Antwort	32

Obwohl die erste Teilaufgabe schon eine geringe Lösungsquote hatte, fiel dieser Teil noch schlechter aus. Nicht einmal die Hälfte der Kinder konnte sie richtig lösen (47,5%). Es ließen noch zwei weitere Kinder die Aufgabe aus. Wahrscheinlich hatten sie Schwierigkeiten damit, dass die Wasserhöhe zwischen zwei Markierungslinien war. Dies war auch schon bei den anderen Klassen eine Erhöhung des Schwierigkeitsgrades. Wieder gab es drei

verschiedene Schreibweisen für die richtige Antwort. Die Antworten 500 ml bzw.

$\frac{1}{2}$ l wurden jeweils von vier Kindern gegeben.

Häufigste Falschantworten:

0,45 l	23
0,25 l	5
50 ml	3

0,45 l

Diese Falschantwort war mit Abstand die häufigste. Ich vermute, dass die Kinder durch die Markierung zwischen den Linien etwas irritiert waren und nicht glauben konnten, dass ein so schönes Ergebnis bei einer so „hässlichen“ Angabe herauskommen kann.

0,25l:

Diese fünf Kinder setzten wohl eine Linie mit 0,1 l gleich.

50ml:

Diesmal waren es nur drei Kinder, die sich bei der Umwandlung auf Milliliter irrten. Das vierte Kind bei der vorigen Aufgabe gab diesmal keine Antwort.

Frage 7: „Addiere“

a) $2,4m + 6,59 m =$

richtig	128
falsch	33
keine Antwort	1

Dieser Aufgabentyp ist den Kindern viel vertrauter, wofür die vielen richtigen Antworten sprechen. Das Ergebnis bei den ersten Klassen der AHS war jedoch etwas besser. In der Hauptschule fiel es etwas schlechter aus.

Häufigste Falschantworten:

8,63 m	23
7,99 m	4

8,63 m:

Wie man an dieser Antwort erkennen kann, ist auch bei diesem Aufgabentyp die „Komma-trennt-Vorstellung“ noch eine beliebte Strategie.

7,99 m:

Vermutlich handelt es sich hier um einen Schlampigkeitsfehler, die Kinder addierten ja die richtigen Stellen miteinander.

b) $4,6\text{ m} + 3,9\text{ m} =$

richtig	131
falsch	30
keine Antwort	1

Die Lösungsquote dieser Teilaufgabe ist ein wenig höher, als beim Teil a. Zehn Kinder gaben die Antwort 8,50 m. Was jedoch auffällt ist, dass die Erstklässler der AHS mit dieser Art von Rechnung mehr Probleme hatten. In der Hauptschule hingegen verbesserte sich das Ergebnis ähnlich wie in der zweiten Klasse.

Häufigste Falschantworten:

7,15 m	21
8,4 m	4

7,15 m:

Gerade bei dieser Aufgabe sieht man besonders gut, dass die „Komma-trennt-Vorstellung“ noch bei einigen Kindern eine große Rolle spielt.

8,4 m:

Bei diesem Ergebnis wird es sich vermutlich abermals um einen kleinen Rechenfehler handeln.

Frage 8: „David hat eine 0,95 m lange Leiste. Er sägt hiervon ein Stück von 0,6 m Länge ab. Wie lang ist das Reststück?“

richtig	95
falsch	59
keine Antwort	8

Bei dieser Frage hatten die Kinder größere Schwierigkeiten. Anscheinend fallen ihnen Subtraktionen nicht so leicht wie Additionen, es könnte aber auch daran liegen, dass es sich hier um eine Textaufgabe handelt. Möglicherweise verunsicherte sie aber auch die zusätzliche Anweisung, dass sie zur Rechnung auch etwas einzeichnen mussten (siehe unten). Die Zweitklässler schnitten etwas schlechter ab, als die Erstklässler der AHS, sie waren jedoch wesentlich besser als die Hauptschüler.

Häufigste Falschantworten:

0,89 m	29
0,4 m	13

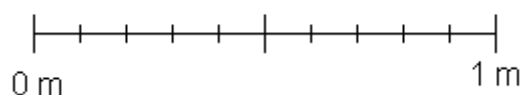
0,89 m:

Die „Komma-trennt-Vorstellung“ kam auch schon bei der Frage 7 relativ häufig vor. Hier griffen noch einige zusätzliche Kinder auf diese Strategie zurück.

0,4 m:

Ich vermute, dass sich diese Kinder von der vorgegebenen Leiste ablenken ließen, denn es war ein Meter dargestellt. So subtrahierten sie 0,6 m von 1 m.

Zeichne ein:



richtig	79
falsch	55
keine Antwort	28

Ich denke, dass die größte Schwierigkeit für die Kinder darin bestand, dass sie hier auch graphisch argumentieren mussten. Viele Kinder, auch solche, die die Rechnung problemlos lösen konnten, ließen diesen Teil der Aufgabe aus. Einige Kinder stellten zwar ihre Rechnung korrekt dar, doch der gewünschte Effekt, dass der graphische Teil vielen Kindern zeigt, dass sie einen Denkfehler haben, blieb aus. Ich vermute, dass die Rechnung besser ausgefallen wäre, wenn der graphische Teil nicht dabei gewesen wäre. Immerhin konnten ca. 78 % der Kinder, die das richtige Rechenergebnis hatten, die Rechnung richtig darstellen. Damit gab es in dieser Gruppe das beste Ergebnis.

Häufigste Falschantworten:

0,89 m	31
0,4 m	13

0,89 m:

Wie man sieht, wurde dieses Ergebnis öfter eingezeichnet als die rechnerische Antwort gegeben wurde, dies liegt daran, dass einige Kinder die Einheit bei der Rechnung ignoriert hatten bzw. nach der „Kein-Komma-Vorstellung“ gerechnet hatten, oder das Komma willkürlich gesetzt hatten (89 m / 8,9 m).

0,4 m:

Alle 13 Kinder, die bei der Rechnung dieses falsche Ergebnis erhielten, stellten dies auch entsprechend dar.

Frage 9: „Um wie viel ist...“

a) *0,25 m kürzer als 0,8 m?*

richtig	107
falsch	37
keine Antwort	18

Das Ergebnis in der zweiten Klasse AHS ist deutlich besser als jenes in den ersten Klassen. Dies könnte auch daran liegen, dass es bei den beiden beliebtesten Fehlerstrategien (Komma-trennt bzw. Kein-Komma) zu einem Widerspruch in der Angabe kommt. Dennoch ist die Fehlerquote viel zu hoch. Auch hier wurde die Strategie, dass man auf Zentimeter umwandelt nur von drei Kindern mit Erfolg angewandt. Es gab relativ viele unterschiedliche Falschantworten. Viele von ihnen kamen nur einmal vor. Zudem bearbeiteten viele Kinder diese Frage nicht. Nur bei Aufgaben mit graphischem Anteil oder bei der Begründungsaufgabe gab es eine noch größere Anzahl an Kindern, die die Aufgabe ausließen.

Falschantworten:

5,5 m	8
0,65 m	7
0,45 m	5
0,17 m	5

5,5 m:

Anders als in den ersten Klassen war die „Komma-trennt-Vorstellung“ nicht die vorherrschende Ursache für Fehler. Vielmehr gab es Fehler die auf Probleme mit den Stellenwerten bzw. mit der Kommasetzung hindeuten, wie dieser häufigste Fehler. Oder Fehler, die auf Schlampigkeit hindeuten, wie die beiden nächsten in der Liste.

0,65 m und 0,45 m:

Bei diesen beiden Fehlern handelt es vermutlich, wie ich bereits oben erwähnt habe, einen simplen Rechenfehler bei der Zehntelstelle, der auch aufgrund von Schlampigkeit passiert sein kann.

0,17 m:

Hier wurde anscheinend nach der „Komma-trennt-Vorstellung“ gerechnet, was dazu verführt, 0,25 größer als 0,8 anzusehen. Diesen fünf Kindern fiel nicht auf, dass ihre Vorstellung im Widerspruch zur Angabe steht. Ich glaube, dass diese Vorstellung deshalb nicht die häufigste Fehlerursache war, weil viele Kinder durch diesen Widerspruch eventuell noch einmal über die Aufgabe nachgedacht haben.

b) *0,25 Liter weniger als 0,5 Liter?*

richtig	127
falsch	19
keine Antwort	16

Anders als in den ersten Klassen nahm die Lösungsquote bei der Literaufgabe zu. Das bessere Ergebnis im Vergleich zu den ersten Klassen erklärt sich dadurch, dass hier nicht versucht wurde auf Milliliter umzuwandeln, was bei den beiden anderen Befragungen eine erhebliche Fehlerquelle darstellte. Dies erklärt jedoch nicht, warum es eine derartige Steigerung im Vergleich zur ersten Teilaufgabe gibt. Auch zwei Kinder, die den ersten Teil ausließen, versuchten sich an dieser Teilaufgabe. Vielleicht erscheint den Kindern die Zahl „0,5“ einfacher als „0,8“. Vielleicht erkannten sie auch intuitiv, dass 0,25 l die Hälfte von 0,5 sind. Anders kann ich mir dieses Ergebnis jedenfalls nicht erklären, zumal die Kinder mit Literangaben tendenziell mehr Schwierigkeiten haben als mit Meterangaben.

Häufigste Falschantwort:

0,20 l	6
--------	---

Es gab wieder einige Falschantworten, die jeweils nur einmal gegeben wurden. Nur die Antwort „0,20 l“ kam häufiger vor. Somit war bei dieser Aufgabe wieder die „Komma-trennt-Vorstellung“ die einzige auffällige Fehlerstrategie.

c) *0,25 kleiner als 0,7?*

richtig	96
falsch	46
keine Antwort	20

Bei dieser Teilaufgabe gab es einen erschreckenden Einbruch. Was mich verwundert, da bei den vorigen beiden Teilaufgaben so gut wie nie auf kleinere Einheiten umgewandelt wurde. Zudem ließen besonders viele Kinder diese Aufgabe aus. Trotzdem ist die Lösungsquote immer noch höher als in den ersten Klassen.

Häufigste Falschantworten:

45	9
0,55	7
4,5	7
0,18	6
0,35	4

45 und 4,5:

Wie auch schon bei der ersten Teilaufgabe scheinen auch hier viele Kinder Probleme mit der Kommasetzung und den Größenordnungen zu haben. Vielleicht wollten sie auf kleinere Einheiten umwandeln.

0,55 und 0,35:

Bei diesen beiden Fehlern vermute ich wieder einen schlichten Rechenfehler, der vielleicht durch Hektik passiert ist.

0,18:

Der Fehler, der vermutlich durch die „Komma-trennt-Vorstellung“ passiert ist, wurde von denselben sechs Kindern gemacht, die ihn auch schon in der zweiten Teilaufgabe gemacht hatten. Immerhin blieben sie bei ihrer Strategie.

Frage 10: „Diana kauft sieben Sackerl Gummibären. In jedem Sackerl sind 0,2 kg. Wie viel kg Gummibären hat Diana insgesamt gekauft?“

richtig	127
falsch	31
keine Antwort	4

127 Kinder beantworteten diese Frage richtig, wobei nur ein einziges die Schreibweise mit einem Nuller an der Hundertstelstelle wählte. Die Lösungsquote liegt über der der ersten Klassen AHS, die erste Leistungsgruppe in der ersten Klasse Hauptschule hingegen, erzielte ein besseres Ergebnis.

Häufigste Falschantworten:

0,14 kg	18
14 kg	3

Wie schon in den beiden Fragebögen in der fünften Schulstufe sind auch hier die beiden Hauptfehlerursachen die gleichen. Wobei die „Komma-trennt-Vorstellung“ weitaus häufiger vorkommt. Diese Tendenz gab es auch bei den ersten Klassen der AHS. In der Hauptschule hingegen ist es vermutlich die „Kein-Komma-Vorstellung“. Vielleicht wurde lediglich auf das Setzen des Kommas vergessen.

Frage 11: „Ein Kilogramm Fleisch kostet 6,79 €. Wie viel kosten 10 Kilogramm?“

richtig	136
falsch	19
keine Antwort	7

Bei dieser Frage schnitten die Zweitklässler der AHS wieder besser ab als die Hauptschüler. Die Schreibweise mit zwei Nachkommastellen war die beliebteste. Doch der Anteil der Schreibweise „67,9 €“ war deutlich höher als in den ersten Klassen, wo dieser ca. bei einem Viertel lag. Hier liegt der Anteil deutlich über einem Drittel (49-mal). Ein Kind wählte die Schreibweise „67 € 90 c“.

Häufigste Falschantworten:

60,79 €	7
6,790 €	3

60,79 €:

Dieser Fehler spricht wieder für die „Komma-trennt-Vorstellung“, wobei den Kindern vermutlich bewusst war, dass ein Nuller an der Tausendstelstelle weggelassen werden darf, oder sie glaubten, dass es bei Geldbeträgen nur zwei Nachkommastellen geben darf. Jedenfalls wurde der Sechser vor dem Komma mit zehn multipliziert. Ob mit den Ziffern nach dem Komma überhaupt gerechnet wurde, ist schwer zu sagen. Vereinzelte Nebenrechnungen weisen zumindest darauf hin, dass die Kinder den Endnuller weggelassen haben.

6,790 €:

Hierbei handelt es sich wahrscheinlich um ein falsches Übertragen der Rechenregeln für natürliche Zahlen. Diese drei Kinder haben offenbar noch nicht verstanden, dass 6,79 und 6,790 die gleichen Zahlen sind. Außerdem ihnen ist die Bedeutung der Endnuller noch nicht klar.

Frage 12: „Carmen sägt ein 4,5 m langes Brett genau in der Mitte durch. Wie lang ist jede Hälfte?“

richtig	135
falsch	20
keine Antwort	7

Diese Fragestellung unterscheidet sich etwas von Frage 12 des zweiten Fragebogens. Da hier nur durch zwei dividiert werden musste, war diese Aufgabe vermutlich leichter. In den ersten Klassen konnte ich zumindest erhebliche Schwächen beim Dividieren feststellen. Ein direkter Vergleich ist nur mit den Befragungen vor der Behandlung im Unterricht möglich. Hier gibt es glücklicherweise eine enorme Steigerung. Es konnten über 83% der Kinder diese Aufgabe lösen, vor der Behandlung im Unterricht waren es in der AHS ca. 40% in der Hauptschule sogar nur etwas mehr als 20%. Ein Kind wählte die Schreibweise „2 m 25 cm“, alle anderen schrieben „2,25 m“.

Häufigste Falschantworten:

2,21 m	3
2,025 m	3

Bei diesen beiden Fehlern handelt es sich vermutlich um Rechenfehler, die beide aber auch auf eine Schwäche beim Dividieren hindeuten können.

Zwei Kinder waren sogar der Meinung, dass man so eine Rechnung gar nicht lösen könne. Das eine schrieb: „Es geht sich nicht aus.“, das andere brach die Division beim Komma ab und schrieb „2,?“

8. Kenntnisse über die Dezimalzahlen in der 2. Klasse

Hauptschule (1. Leistungsgruppe, 1.Fragebogen)

Hier nahmen 46 Kinder teil. Auch hier gab es wahrscheinlich ein Zeitlimit von 15 Minuten. Den Ergebnissen nach zu urteilen dürfte sich dies jedoch nicht ausgewirkt haben.

Frage 1: „Kreuze jeweils die längere Strecke an.“

a) 7,3 cm oder 7,5 cm

7,5 cm	38
zwei Kreuze	7
keine Antwort	1

Wie zu erwarten war, kreuzten alle, die die Aufgabe richtig verstanden hatten, auch die richtige Lösung an. Sieben Kinder verglichen spaltenweise, daher kreuzten sie nur die beiden Zahlen bei 1a) an. Ein Kind glaubte, die Aufgabe bestünde darin die kleinste Zahl von allen sechs anzukreuzen und wählte dann die Zahl „4,6 cm“ (dies geht aus der Begründung hervor). Sieben weitere Kinder glaubten, dass sie nur die längste Zahl anzukreuzen bräuchten und antworteten daher bei den restlichen Teilfragen der Aufgabe 1) nicht mehr.

b) 6,1 cm oder 5,9 cm

6,1 cm	31
keine Antwort	15

Die 15 Kinder beantworteten die Frage aus oben genannten Gründen nicht.

c) 4,6 cm oder 4,58 cm

4,6 cm	27
4,58 cm	5
keine Antwort	14

Obwohl 27 Kinder die richtige Antwort angekreuzt hatten, konnten nur 26 die Aufgabe korrekt lösen. Wie schon oben erwähnt, glaubte ein Kind, dass es die kleinste Zahl anzukreuzen hatte.

Von den 32 Kindern, die die Aufgabe 1c) beantwortet hatten, machten also sechs einen Fehler. Dies ist ein wesentlich größerer Anteil als bei den Gymnasiasten. Verglichen mit dem zweiten Fragebogen der ersten Klassen schnitten sie aber besser ab (sogar wesentlich besser als die Hauptschüler, in etwa gleich wie die Gymnasiasten).

„Kannst du deine Antwort bei c) begründen?“

Richtige Begründung	14
Unzureichende Begründung	11
Zwei Kreuze bei a)	7
Nur die längste Strecke 7,5 cm angekreuzt	3
keine Antwort	11

Etwa die Hälfte der Kinder, die 1c) richtig hatten, konnte eine richtige Begründung geben. Damit liegt die Lösungsquote im Bereich der zweiten Klassen AHS. Hier versuchte aber kein Kind mit Hilfe der Umwandlung auf Zentimeter seine Antwort zu begründen. Kein Kind, das bei 1c) die kürzere Strecke angekreuzt hatte, konnte seine Antwort begründen. Elf Kinder gaben eine unzureichende Begründung, davon hatten Acht die Antwort 1c) richtig beantwortet. Zwei hatten sich bei 1c) geirrt und ein Kind zeigte mit seiner unzureichenden Begründung nur, dass die richtige Antwort bei 1c) eigentlich ein Fehler war.

Alle sieben Kinder, die spaltenweise verglichen hatten, beschrieben ihre Verwirrung in ihrer Begründung. Aber nur drei der sieben Kinder, die nur die längste Strecke angekreuzt hatten, schrieben hier etwas.

Richtige Begründungen:

Beispiele:

- „Wenn man bei 4,6 eine 0 anhängt, wäre das 4,60. Und 4,60 ist größer als 4,58“
- „Weil bei 4,6 das Zehntel größer ist als bei 4,58“
- „Weil 4,6 cm um 0,02 cm länger ist“
- „Bei 4,58 fehlen 0,02 auf 4,60“

Sechs Kinder argumentierten damit, dass man einen Nuller anhängen kann und es dann offensichtlich ist. Weitere sechs begründeten ihre Antwort mit Hilfe der Stellenwerte und zwei Kinder gaben die genaue Differenz an.

Unzureichende Begründungen:

Beispiele:

- „4,6 ist größer als 4,58“
- „Weil 4,58 cm länger sind“
- „4,6 cm ist am wenigsten.“
- „Weil 4,58 cm kleiner ist als 4,6 cm“

Wie man an den Beispielen sieht, erkennen die Kinder nicht, dass zu einer Begründung mehr gehört als die Fragestellung zu wiederholen.

Zwei Kreuze bei a):

Beispiele:

- „4,6 cm sind weniger als 7,3 cm“
- „c) war immer am kürzesten
- „Wieso, ich habe bei a) geantwortet.“

Alle sieben Kinder, die spaltenweise verglichen hatten, waren verwirrt über diese Frage, trotzdem schrieben sie Antworten wie diese drei Beispiele.

Nur die längste Strecke 7,5 cm angekreuzt:

Drei Kinder versuchten zu erklären, warum sie bei 1c) nichts geantwortet hatten. In ihren Erklärungen stand, dass bei 1c) doch die kleinsten Zahlen standen. Ihre Begründungen waren ähnlich wie die Begründungen beim vorigen Punkt.

Keine Antwort:

Vier Kinder, die 1c) richtig hatten, gaben keine Antwort. Von denen, die 1c) falsch hatten, waren es drei und die restlichen vier, die keine Begründung gaben, glaubten, dass sie nur die längste Strecke ankreuzen mussten.

Frage 2: „Wer ist am weitesten gesprungen?“

Manfred: 3,6 m	33
Melanie 3,55 m	8
Andreas: 3,281 m	5

Richtige Antwort:

Das Ergebnis in der zweiten Klasse Hauptschule war eklatant schlechter als in der AHS. Auch die Ergebnisse der ersten Klassen in AHS und Hauptschule waren etwas besser.

3,55 m:

Entweder haben die Kinder die Lösungsmöglichkeit 3,6 m übersehen, oder sie wenden die „Komma-trennt-Vorstellung“ nur bei Zahlen mit maximal zwei Kommastellen an.

3,281 m:

Fünf Kinder sind immer noch der Ansicht, dass die Zahl mit den meisten Kommastellen die größte sein muss.

Frage 3: „Wie groß ist ungefähr ein 11-jähriger Schüler?“

1,35 m	41
135,0 m	3
0,135 m	2

Diese Aufgabe wurde in den vergleichbaren Testungen besser gelöst, dies könnte aber auch an der geringen Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen liegen. Obwohl in dieser Gruppe am wenigsten Beteiligung war, kamen die meisten falschen Antworten. Zum Teil kann es natürlich auch daran liegen, dass man Größen im Alltag auch in Zentimetern angibt. Die Antwort 0,135 m spricht zusätzlich für die „Kein-Komma-Vorstellung“.

Frage 4: „Schreibe als Kommazahl:“

a) 4 Hundertstel

richtig	33
falsch	13

Wieder schnitt die zweite Klasse Hauptschule etwas schlechter ab als die anderen Testgruppen. Am besten war die erste Klasse Gymnasium, gefolgt von der zweiten Klasse. Was mir jedoch positiv auffällt ist, dass alle Kinder zumindest versuchten die Aufgabe zu lösen und sie nicht ausließen. Ein Kind konnte zwar die vier Hundertstel als Bruch richtig darstellen, bei dieser Aufgabe ging es jedoch um die Dezimaldarstellung. Diesen Fehler machte es auch bei der Teilaufgabe b.

Häufigste Falschantwort:

0,004	6
-------	---

Der häufigste Fehler war das falsche „Symmetrie-Denken“, sodass die Kinder die Hundertstelstelle mit der Tausendstelstelle verwechselten.

b) 6 Zehntel

richtig	39
falsch	7

Bei dieser Teilaufgabe ist eine deutliche Verbesserung zu erkennen. Das Ergebnis hier ist deutlich besser als das in der zweiten Klasse AHS, nur die erste Klasse AHS schnitt deutlich besser ab. Die Aufgabe mit den Zehnteln fiel übrigens bei allen Tests besser aus, als die mit den Hundertsteln, da auch die „Komma-trennt-Vorstellung“ zu einem richtigen Ergebnis führt.

Häufigste Falschantwort:

0,06	5
------	---

Vermutlich ist hier wieder das „Symmetrie-Denken“ die häufigste Fehlerquelle. Es könnte sich aber auch um eine Verwechslung der Reihenfolge von Zehntel- und Hundertstelstelle handeln.

c) 3 Einer 7 Zehntel 2 Hundertstel

richtig	38
falsch	8

Dieses Ergebnis ist das Beste aus allen vier vergleichbaren Testungen. Bemerkenswert ist, dass alle Kinder eine Antwort hingeschrieben haben. Am zweitbesten schnitt die erste Klasse AHS ab, am schlechtesten die erste Klasse Hauptschule.

Häufigste Falschantworten:

0,372	2
3,072	2

Die beiden häufigsten Falschantworten zeichnen sich durch die Verwendung einer „Eintelstelle“ aus. Bei der zweiten Variante wurde immerhin die Einerstelle richtig erkannt.

Frage 5: „Markiere an den 1-Liter-Messbechern mit einem langen Strich:“

0,2 l

richtig	28
falsch	13
keine Antwort	5

Die Zweitklässler der Hauptschule schnitten zwar etwas schlechter als die Zweitklässler des Gymnasiums ab, jedoch ist das Ergebnis deutlich besser als direkt nach der Behandlung im Unterricht.

Falschantworten:

Markierung zwischen 1.- und 2. Strich	5
Markierung bei 3. Strich	5
Markierung zwischen 2.- und 3. Strich	3

Ich erkenne keine besondere Strategie bei diesen Falschantworten. Hier wurden weder 0,2 l als 0,2 cm eingezeichnet, noch wurde ein Teilstrich für 0,1 l gehalten. Vermutlich wurden die Ergebnisse nach Gefühl eingezeichnet.

0,8 l

richtig	29
falsch	11
keine Antwort	6

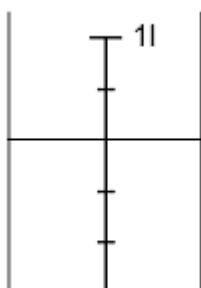
Hier ergibt sich ein ähnliches Bild wie bei der ersten Teilaufgabe, wobei ein zusätzliches Kind die richtige Antwort fand und ein weiteres die Aufgabe ausließ.

Häufigste Falschantworten:

Markierung zwischen 1.- und 2. Strich	3
Markierung zwischen 3.- und 4. Strich	3
Markierung bei 1. Strich	2
Markierung zwischen 4.- und 5. Strich	2

Auch hier erkenne ich keine wirklichen Strategien bei den Falschantworten. Lediglich die Markierung beim ersten Strich könnte auf eine Gleichsetzung von Litern und Zentimetern hindeuten, wobei dann ziemlich ungenau eingezeichnet wurde.

Frage 6: „Wie viel Wasser ist in den 1-Liter-Messbechern?“



richtig	22
falsch	22
keine Antwort	2

Auch bei diesem Testdurchlauf bereitete die Frage 6 große Schwierigkeiten. Auch hier gab es mehrere richtige Schreibweisen: 20 Kinder wählten die Dezimalschreibweise, wobei zwei Kinder einen zusätzlichen Nuller anhängten (0,60 l). Die Antworten 600 ml und $\frac{3}{5}$ l wurden von jeweils einem Kind gegeben.

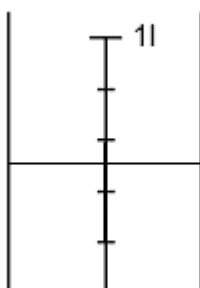
Die Kinder schnitten zwar deutlich schlechter als die zweite Klasse AHS ab,

waren aber wesentlich erfolgreicher als die Erstklässler beider Schulen. Das schlechteste Ergebnis erzielten die Erstklässler des Gymnasiums.

Häufigste Falschantwort:

0,5 l	6
-------	---

Wahrscheinlich glaubten auch diese Schülerinnen und Schüler, dass ein halbvoll Gefäß auch einen halben Liter enthalten muss.



richtig	17
falsch	25
keine Antwort	4

Diese Gruppe war bei der ersten Teilaufgabe noch verhältnismäßig gut. Hier schnitten sie wesentlich schlechter ab. Nicht einmal 37 % der Kinder konnten sie lösen. Lediglich die erste Klasse AHS schnitt noch schlechter ab (dort waren es nicht einmal 30 %). Wieder gab es zwei alternative Antworten. Drei Kinder schrieben $\frac{1}{2}$ l und ein Kind gab das Ergebnis in Millilitern an.

Häufigste Falschantwort:

0,45 l	9
--------	---

Wie auch schon bei den anderen Befragungen wurde auch hier diese Antwort relativ oft gegeben. Anscheinend fällt es den Kindern schwer zu akzeptieren, dass ein so „schönes“ Ergebnis bei einem Wasserstand zwischen den Linien

herauskommen kann. Außerdem glaubten einige ja, dass bei der ersten Teilaufgabe um 0,5 l im Gefäß wären.

Frage 7: „Addiere“

a) $2,4m + 6,59 m =$

richtig	41
falsch	5

Die Lösungsquote liegt diesmal in einem Bereich, der sehr erfreulich ist. Nur fünf Kinder gaben eine falsche Antwort. Somit schnitt diese Gruppe am besten ab. Kein Kind ließ die Frage aus.

Häufigste Falschantwort:

8,63 m	3
--------	---

Nur drei Kinder rechneten nach der „Komma-trennt-Vorstellung“. Die anderen beiden hatten einen Rechenfehler bei der Einerstelle (6,99 m bzw. 9,99 m).

b) $4,6 m + 3,9 m =$

richtig	35
falsch	10
keine Antwort	1

Bei dieser Teilaufgabe schnitt diese Gruppe deutlich schlechter ab. Die Ergebnisse von allen vier Gruppen unterscheiden sich zwar kaum voneinander, doch diese Gruppe hat das knapp schwächste aufzuweisen. Am besten waren die Zweitklässler der AHS gefolgt von den Erstklässlern der Hauptschule.

Häufigste Falschantwort:

7,15 m	4
--------	---

Die häufigste Fehlerursache war wieder einmal die „Komma-trennt-Vorstellung“.

Frage 8: „David hat eine 0,95 m lange Leiste. Er sägt hiervon ein Stück von 0,6 m Länge ab. Wie lang ist das Reststück?“

richtig	19
falsch	25
keine Antwort	2

Diese Gruppe schnitt am schlechtesten von allen vier vergleichbaren Gruppen ab. Nur etwas mehr als 40 % konnten die Aufgabe lösen.

Häufigste Falschantworten:

0,89 m	10
0,4 m	5
89 m	2

0,89 m:

Der häufigste Fehler lässt sich wieder einmal durch die „Komma-trennt-Vorstellung“ erklären.

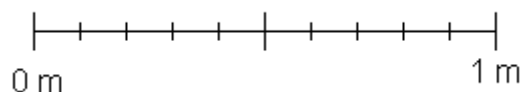
0,4 m:

Dieser Fehler lässt sich möglicher Weise durch Unachtsamkeit beim Durchlesen der Angabe erklären. Auch der abgebildete Balken für die graphische Lösung könnte diesen Fehler begünstigt haben.

89 m:

Diese zwei Kinder haben vermutlich noch die „Kein-Komma-Vorstellung“.

Zeichne ein:



richtig	12
falsch	29
keine Antwort	5

Was mir positiv auffällt ist, dass, anders als in den anderen Gruppen, die meisten Kinder die graphische Aufgabe gemacht haben. Wie man jedoch am Ergebnis sieht, konnten auch einige der Kinder, die richtig gerechnet hatten, dies nicht korrekt ausführen.

Häufigste Falschantworten:

0,89 m / 89 m	11
0,4 m	5

0,89 m bzw. 89 m:

Die beiden Kinder, die als Ergebnis „89 m“ erhielten, markierten ihren Rechenweg richtig, ihnen fiel trotz der Zeichnung nicht auf, dass ihr Ergebnis nicht stimmen kann, da der abgebildete Balken doch nur einen Meter lang ist.

0,4 m:

Da die fünf Kinder ihre Lösung korrekt eingezeichnet haben, sehe ich meine Einschätzung bestätigt, dass sie durch den Balken dieses Ergebnis erhalten haben.

Frage 9: „Um wie viel ist...“

a) *0,25 m kürzer als 0,8 m?*

richtig	30
falsch	12
keine Antwort	4

Das Ergebnis ist nur unwesentlich schlechter als in der AHS und ist wesentlich besser als in den ersten Klassen. Vor allem, wenn man es mit dem der ersten Klasse Hauptschule vergleicht. Nur ein Kind gab seine richtige Lösung in Zentimetern an.

Falschantworten:

0,17 m	4
17 m	2
5,5 m	2

0,17 m:

Die häufigste Fehlerstrategie war wieder einmal die „Komma-trennt-Vorstellung“.

17 m:

Auch die „Kein-Komma-Vorstellung“ führt immer wieder zu falschen Ergebnissen.

5,5 m:

Mit den Stellenwerten haben die Kinder auch Schwierigkeiten. Vielleicht haben sie auch auf eine kleinere Einheit umgewandelt und diese dann fälschlicherweise als Meter angegeben.

b) *0,25 Liter weniger als 0,5 Liter?*

richtig	33
falsch	10
keine Antwort	3

Wie schon in der zweiten Klasse AHS nahm auch in der zweiten Klasse Hauptschule die Lösungsquote gegenüber der ersten Teilaufgabe zu. Nur ein Kind wandelte auf Milliliter um, und konnte mit Hilfe dieser Strategie die Aufgabe lösen. Vermutlich liegt es tatsächlich an den Zahlen, dass diese Teilaufgabe eine höhere Erfolgsquote hat. Auch beim ersten Fragebogen in den ersten Klassen der AHS, also noch vor der Behandlung der „Dezimalzahlen“ im Unterricht, gab es eine leichte Steigerung.

Häufigste Falschantworten:

0,20 l	5
20 l	2

0,20 l:

Obwohl es einen Widerspruch zur Angabe gibt, blieben diese fünf Kinder bei der „Komma-trennt-Vorstellung“.

20 l:

Die zweithäufigste Fehlerursache war anscheinend die „Kein-Komma-Vorstellung“. Auch hier bemerkten die beiden die Unstimmigkeit bezüglich der Angabe nicht.

c) 0,25 kleiner als 0,7?

richtig	27
falsch	16
keine Antwort	3

Auch in dieser Gruppe gibt es bei dieser Teilaufgabe einen dramatischen Rückgang in der Lösungsquote. Das Ergebnis ist unwesentlich schlechter als in der zweiten Klasse AHS und um einiges besser als in den ersten Klassen, vor allem der Hauptschule.

Häufigste Falschantworten:

0,18	5
18	2

Die beiden Hauptfehlerursachen sind wieder einmal die „Komma-trennt-“ und die „Kein-Komma-Vorstellung“. Die anderen Fehler kamen jeweils nur einmal vor, bei den meisten handelt es sich vermutlich um Rechenfehler.

Frage 10: „Diana kauft sieben Sackerl Gummibären. In jedem Sackerl sind 0,2 kg. Wie viel kg Gummibären hat Diana insgesamt gekauft?“

richtig	38
falsch	8

Diese Gruppe erzielte das beste Ergebnis von allen. Hier waren die ersten Leistungsgruppen der Hauptschulklassen deutlich besser als die beiden Schulstufen der AHS. Wie in den zweiten Klassen der AHS antwortete auch hier nur ein Kind mit „1,40 kg“, alle anderen ließen den nicht benötigten Endnuller weg. Besonders erfreulich ist, dass alle Kinder die Aufgabe bearbeiteten.

Häufigste Falschantwort:

0,14 kg	5
---------	---

Die häufigste Fehlerursache ist abermals die „Komma-trennt-Vorstellung“.

Frage 11: „Ein Kilogramm Fleisch kostet 6,79 €. Wie viel kosten 10 Kilogramm?“

richtig	38
falsch	8

Alle Kinder bearbeiteten diese Aufgabe. Das Ergebnis ist nur unwesentlich schlechter als in den zweiten Klassen der AHS, aber ein wenig besser als in den ersten Klassen beider Schultypen. Insgesamt gesehen waren aber die Ergebnisse aus allen vier Gruppen recht gut (alle um die 80%). Wie schon in den zweiten Klassen der AHS, gaben auch hier wesentlich mehr Kinder als in den ersten Klassen die Antwort mit nur einer Nachkommastelle (14-mal). Der Anteil ist sogar noch ein bisschen höher als im Gymnasium.

Häufigste Falschantworten:

6,790 €	3
60,790 €	2

6,790 €:

Am öftesten kam der Fehler mit dem Übertragungsfehler der Multiplikationsregel für natürliche Zahlen vor.

60,790 €:

Bei diesen beiden Kindern erkennt man die „Komma-trennt-Vorstellung“ deutlicher als im Gymnasium. Diese beiden erkannten nicht, dass man einen Endnuller weglassen kann.

Frage 12: „Carmen sägt ein 4,5 m langes Brett genau in der Mitte durch. Wie lang ist jede Hälfte?“

richtig	35
falsch	11

Dieses Ergebnis fiel etwas schwächer als in der zweiten Klasse AHS aus. Jedoch ließ kein Kind die Aufgabe aus. Es gab viele unterschiedlich Falschantworten, die alle darauf hindeuten, dass diesen Kindern das Prinzip der Division ab dem Komma nicht mehr klar ist. Nur die unten erwähnte Falschantwort kam zweimal vor.

Häufigste Falschantwort:

2,2 m	2
-------	---

Vermutlich brachen diese beiden Kinder die Rechnung an dieser Stelle ab. Bei einem anderen Kind ist das eindeutiger, es schrieb als Antwort „2, m“.

9. Zusammenfassung

Die Ergebnisse meiner Untersuchung liegen in dem Bereich, den ich nach der Lektüre der in der Einleitung erwähnten Literatur erwartet habe. Mich hat lediglich überrascht, dass der Faktor Vergessen kaum eine Rolle gespielt hat. Direkt nach der Behandlung im Unterricht waren die Ergebnisse nicht besser als nach den Sommerferien, in einigen Bereichen waren sie sogar schlechter.

9.1. Beobachtete Fehlvorstellungen

Im Großen und Ganzen konnte ich die meisten in der Literatur erwähnten Fehlvorstellungen beobachten. Wie schon bei Padberg, war auch bei meiner Untersuchung die „**Komma-trennt-Vorstellung**“ die häufigste Fehlerursache. Dies war zu allen drei Zeitpunkten der Fall.

Gute Ergebnisse wurden bei den **Größenvergleichen** erzielt. Viele Kinder die vor der Behandlung im Unterricht bei diesen Aufgaben „Komma-trennt-Fehler“ gemacht hatten, lösten die Aufgaben danach richtig. Die „Komma-trennt-Vorstellung“ kommt nach der Behandlung im Unterricht noch etwas häufiger vor, nach den Sommerferien aber weniger.

Auch bei den **Grundrechnungsarten** führt diese Vorstellung am häufigsten zu Fehlern. Was jedoch auffällt ist, dass einige Kinder die „Komma-trennt-Vorstellung“ **nicht konsequent** anwendeten, sondern manche Aufgaben mit dieser Fehlvorstellung falsch lösten, danach jedoch bei ähnlichen Aufgaben das richtige Ergebnis erhielten. Besonders oft ist dies bei Frage 7 passiert. In allen Testungen kam es vor, dass die Frage 7a von ein paar Kindern nach der „Komma-trennt-Vorstellung“ gelöst wurde, dieselben Kinder konnten aber die Frage 7b richtig beantworten. Auch bei den Größenvergleichen wurde manchmal die Frage 1c richtig beantwortet, bei der Frage 2 wurde dann nach der „Komma-trennt-Vorstellung“ vorgegangen. Es kam sogar vor, dass zuvor noch richtig begründet wurde.

Bei der Frage 4, wo es um die Stellenwerte ging, war die „Komma-trennt-Vorstellung“ zwar nicht die häufigste Fehlerursache, kam dennoch mehrmals vor. Sie führt vermutlich oft zu Fehlern, wenn die Kinder einen Zusammenhang zwischen den Stellenwerten herstellen sollen. So könnte die Einschätzung, dass Hundertstel größer als Zehntel sein müssen, auch mit der „Komma-trennt-Vorstellung“ zusammenhängen und nicht nur mit den falschen Analogieüberlegungen zu den bekannten Stellenwerten.

Die „**Kein-Komma-Vorstellung**“ war um einiges seltener vertreten als die „Komma-trennt-Vorstellung“. Trotzdem kamen auch etliche Fehler aufgrund dieser Fehlvorstellung zustande. Vor allem aufgrund der Begründungen bei der Frage 1 erkennt man, dass beim **Größenvergleich** meistens die „Komma-trennt-Vorstellung“ zu einer Falschantwort führte. Die „Kein-Komma-Vorstellung“ führt eher zu Fehlern bei den **Grundrechnungsarten**. Oft wurden hier Ergebnisse ohne Komma hingeschrieben. Dies konnte ich sehr oft bei den Fragen 8 und 9 beobachten. Die „Kein-Komma-Vorstellung“ kommt speziell am Beginn des Umgangs mit den „Dezimalzahlen“ vor. Je länger die Kinder mit „Dezimalzahlen“ umgehen, desto seltener kommt diese Fehlvorstellung vor. Sie wird leider oft durch die „Komma-trennt-Vorstellung“ ersetzt.

Das falsche „**Symmetrie-Denken**“ war nach der Behandlung im Unterricht bei der Frage 4 die Hauptfehlerursache. Vor der Behandlung war es wie erwähnt der Begriff „Kommazahl“, der die Kinder verwirrte. Aufgrund dieser Fehlvorstellung wurde die schon länger bekannte Einerstelle oft zu einer „Eintelstelle“ umgedeutet (Frage 4c). Doch auch wenn die Einerstelle richtig gedeutet wurde, verwendeten einige Kinder eine „Eintelstelle“.

Bei vielen Kindern war eine Bevorzugung von Zahlen mit zwei Nachkommastellen festzustellen, was vermutlich am „**Geld-Denken**“ liegt. Bei den meisten Aufgaben führte dies jedoch zu keinem Fehler. Ich konnte es öfter beobachten, dass einige Kinder unnötige Endnuller an ihr Ergebnis anfügten. Nur bei der Frage 2 könnte das Gelddenken zu einem Fehler geführt haben. Andererseits ließen aber auch viele Kinder bei den Aufgaben mit Geldbeträgen die zweite Kommastelle weg.

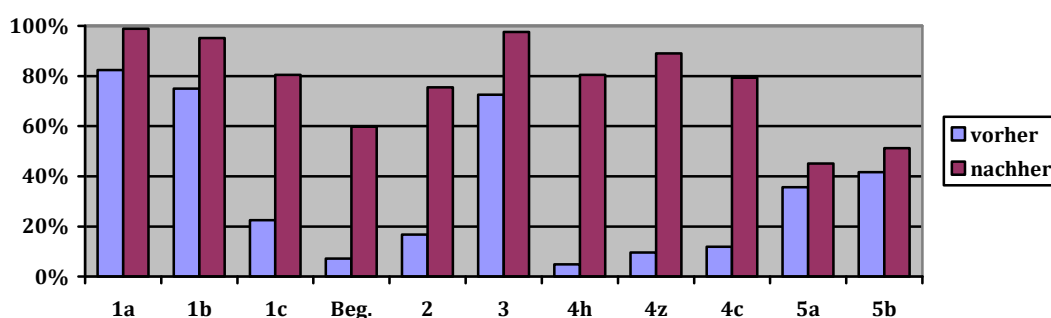
Die „**Je-mehr-Dezimalen-desto-kleiner-Strategie**“ konnte ich kaum beobachten. Einerseits war beim 1. Fragebogen keine geeignete Aufgabenstellung vorhanden, andererseits kam sie beim zweiten Fragebogen nicht sehr oft vor. Von allen Kindern, die diesen Fragebogen ausfüllten (155) kreuzten nur fünf die Antwortmöglichkeit an, die für diese Fehlerstrategie sprechen könnte. Um zu überprüfen ob die „**Nullstrategie**“ von einigen Kindern angewendet wird gab es keine einzige Aufgabe in beiden Fragebögen.

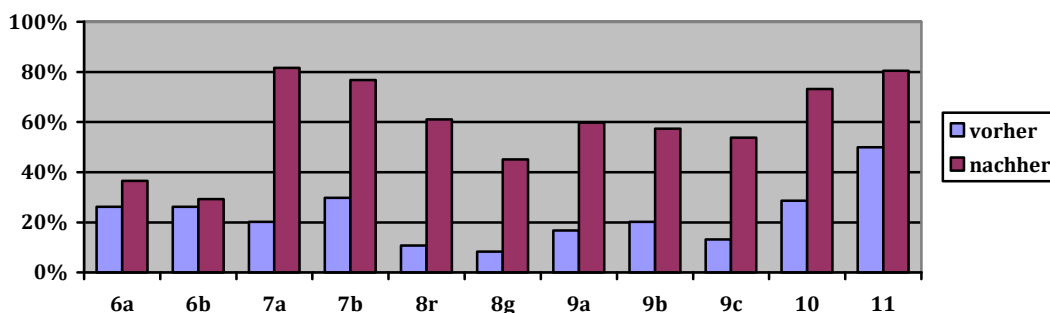
Besonders auffällig war, dass die Kinder mit **graphischen** Aufgaben bzw. mit Aufgaben, die einen graphischen Teil hatten, sehr große Probleme hatten. Vor der Behandlung im Unterricht hatten vor allem die Messbecheraufgaben eine relativ hohe Erfolgsquote, die durch die Behandlung der „Dezimalzahlen“ im Unterricht nur unwesentlich gesteigert werden konnte. Der graphische Teil der Frage 8 führte in den meisten Fällen zu einer Verunsicherung und war höchstens vereinzelt eine Hilfestellung für die Kinder. Den gewünschten Effekt, dass die Kinder möglicherweise ihre Fehler, die aufgrund der „Komma-trennt-Vorstellung“ passierten, entdecken, konnte ich durch diese Hilfestellung nicht erkennen.

Die **Begründungsaufgabe** überforderte viele Kinder. Vor der Behandlung im Unterricht konnten fast 73% der Kinder aus der AHS, mehr als 95% aus der 1. Leistungsgruppe und ca. 70% aus der 2. Leistungsgruppe keine Begründung formulieren (gaben keine Antwort oder die Begründung war unzureichend). Unmittelbar nach dem Unterricht sieht es deutlich besser aus, jedoch gib es immer noch einen beträchtlichen Anteil an Kindern, die es nicht konnten (AHS: ca. 30%, 1. Leistungsgruppe: ca. 38%). In den zweiten Klassen stieg der Anteil dann sogar wieder an (AHS: ca. 43%, 1. Leistungsgruppe: ca. 54%).

9.2. Vorkenntnisse und Lernfortschritt durch den Unterricht

Vorkenntnisse waren vor allem bei den Aufgaben mit **Stellenwerten** kaum vorhanden. Die **Messbecheraufgaben** lieferten ein verhältnismäßig gutes Ergebnis. Die Additions- und Multiplikationsaufgaben gelangen besser als die Subtraktionen. Die untenstehenden Diagramme zeigen die Ergebnisse in der AHS vor der Behandlung im Unterricht in den direkten Vergleich mit den Ergebnissen direkt nach der Behandlung im Unterricht. Die Balken geben den prozentualen Anteil an richtigen Lösungen an. Bei der Frage 4 steht 4h für die entsprechenden Aufgaben mit den Hundertsteln und 4z steht für die entsprechenden Aufgaben mit den Zehnteln. 8r steht für die Rechnung bei Frage 8, 8g für den graphischen Teil. Die Frage 12 scheint nicht auf, da die beiden Divisionen nicht mit einander vergleichbar sind. Beim 1. Fragebogen mussten die Kinder durch 2 dividieren beim 2. Fragebogen durch eine „Dezimalzahl“. Die Division durch 2 gelang den Kindern vor dem einschlägigen Unterricht schon relativ gut, ca. 42% konnten sie lösen, somit fiel ihnen diese Aufgabe leichter als die Additions- und Subtraktionsaufgaben. Lediglich die Multiplikation mit 10 konnten mehr Kinder richtig durchführen. Anders schaut es beim 2. Fragebogen nach der Behandlung der „Dezimalzahlen“ im Unterricht aus. Die Additionen und Multiplikationen hatten eine deutlich höhere Erfolgsquote. Lediglich die Subtraktionsaufgaben hatten eine ähnlich niedrige Erfolgsquote.





Wie man in den Diagrammen sieht, gab es die größte Steigerung bei den Aufgaben mit den **Stellenwerten** (Frage 4). Vor der Behandlung im Unterricht konnte kaum ein Kind etwas mit diesen Fragen anfangen. Schon das Wort „Kommazahl“ führte zu massiven Verständnisproblemen. Direkt nach der Behandlung im Unterricht lag die Lösungsquote in der AHS ca. bei 80% – 90%.

Die Lösungsquote bei der **Addition** (Frage 7) liegt nach der Behandlung im Unterricht etwa bei 80% (vorher bei 20% – 30%). Bei der **Subtraktion** sieht es dann schon etwas schlechter aus, vielleicht liegt es daran, dass bei Frage 8 auch ein graphischer Teil dabei war, der vermutlich einige Kinder verwirrt hat. Doch bei Frage 9 sind die Ergebnisse nach der Behandlung im Unterricht sogar noch schlechter.

Die Ergebnisse bei der **Multiplikation** (Frage 10 und 11) waren durchwegs besser als bei der Subtraktion, was jedoch auch daran liegen könnte, dass es sich um Aufgaben mit Geld handelt. Die Lösungsquote liegt sogar im Bereich der der Addition um die 80%. Wobei die Multiplikation mit 10 (Frage 11) vor allem vor der Behandlung im Unterricht ein sehr gutes Ergebnis lieferte, das sogar um einiges besser war als bei der Addition.

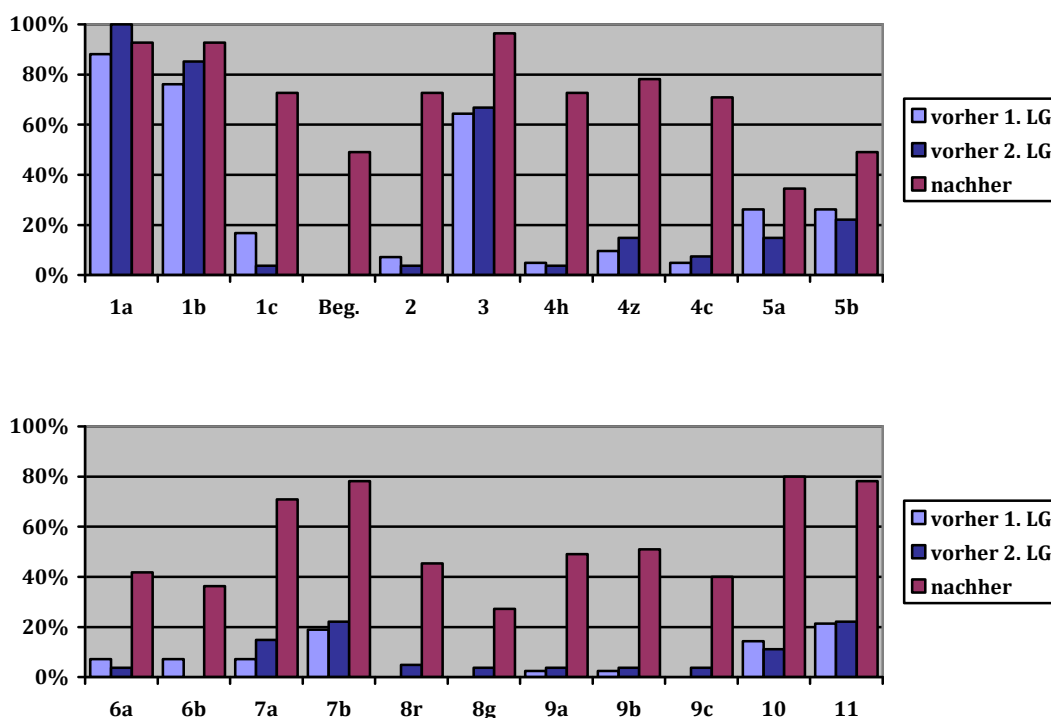
Was den Kindern die größten Schwierigkeiten bereitet, sind Aufgaben, die eine **graphische Komponente** haben. Die Messbecheraufgaben waren vor und nach der Behandlung im Unterricht beinahe gleich erfolgreich. Vor allem das **Ablesen** (Frage 6) war sehr fehlerhaft, das **Einzeichnen** (Frage 5) einer gewissen Wassermenge war etwas erfolgreicher. Auch das Einzeichnen der Rechnung von Frage 8 verunsicherte viele, der graphische Teil wurde von

vielen Kindern ausgelassen und half kaum beim Lösen der Aufgabe.

Anscheinend sind die Kinder zu sehr auf das Rechnen fixiert, sodass sie zeichnerische Aufgaben verunsichern. Doch gerade solche Aufgaben würden den Kindern zeigen, wofür man Mathematik im täglichen Leben braucht.

Im Bereich des **Begründens** konnten sich die Kinder einigermaßen steigern. Dennoch scheinen sie durch solche Aufgaben etwas verunsichert zu sein.

Die untenstehenden Diagramme zeigen die Vorher-Nachher-Ergebnisse in der Hauptschule. Die dunkelblauen Balken zeigen die Ergebnisse in der 2. Leistungsgruppe an. Hier gibt es keine Nachher-Ergebnisse



Bei den Hauptschülern zeigt sich ein ähnliches Bild wie in der AHS. Die Kinder hatten kaum Vorwissen. Die Begründungsaufgabe konnte nicht einmal von einem Kind gelöst werden. Auffällig ist, dass die Kinder der 2. Leistungsgruppe bei vielen Aufgaben besser abschnitten als die der 1. Leistungsgruppe. In einigen Bereichen gab es, wie in der AHS eine enorme Steigerung der Lösungsquote, vor allem bei der Aufgabe mit den **Stellenwerten** (Frage 4) und bei **Addition** (Frage 7) und **Multiplikation** (Frage 10 und 11). Wie auch in der

AHS waren die Steigerungen bei Aufgaben mit **graphischen Komponenten** (Frage 5, 6 und 8) eher mäßig.

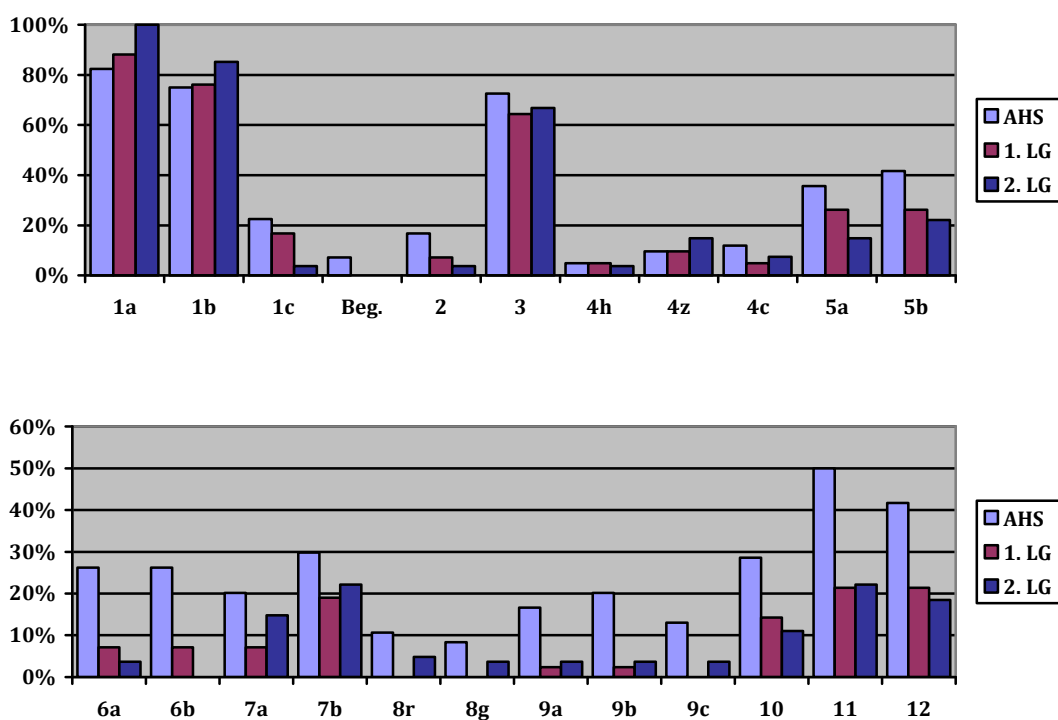
Auch in der Hauptschule fielen die **Subtraktionsaufgaben** (Frage 8 und 9) wesentlich schlechter aus als die Aufgaben zur Addition und Multiplikation.

Auch die **Division durch 2** (Frage 12 scheint im Diagramm nicht auf) hatte eine verhältnismäßig hohe Lösungsquote bei ca. 20%. In der 1. Leistungsgruppe war das die höchste Lösungsquote bei den Grundrechnungsarten. In der 2.

Leistungsgruppe hatte die **Multiplikation mit 10** (Frage 11) und eine Additionsaufgabe eine etwas höhere Lösungsquote. Die Divisionsaufgabe im 2. Fragebogen fiel zwar immer noch besser aus als die Subtraktionsaufgaben, die Additions- und Multiplikationsaufgaben hatten aber eine deutlich höhere Erfolgsquote.

9.3. Vergleich von AHS und Hauptschule

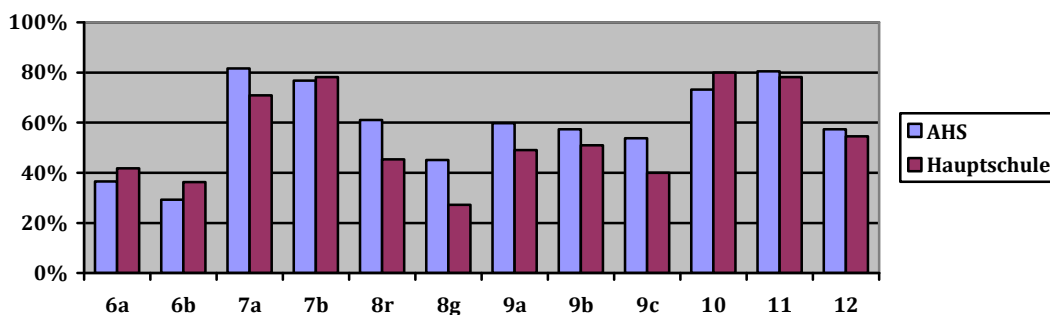
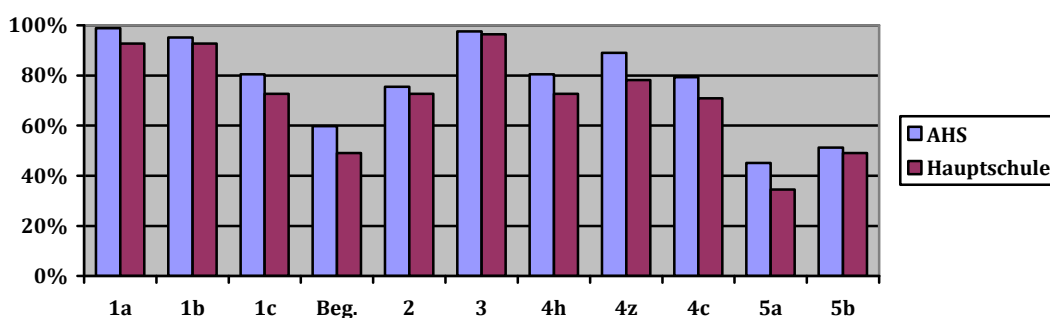
Die untenstehenden Diagramme zeigen einen direkten Vergleich zwischen der AHS und den beiden Leistungsgruppen der Hauptschule. Dies sind die Ergebnisse des 1. Fragebogens also vor der Behandlung der „Dezimalzahlen“ im Unterricht. (Achtung: beim zweiten Diagramm geht die Prozentachse nur bis 60%)



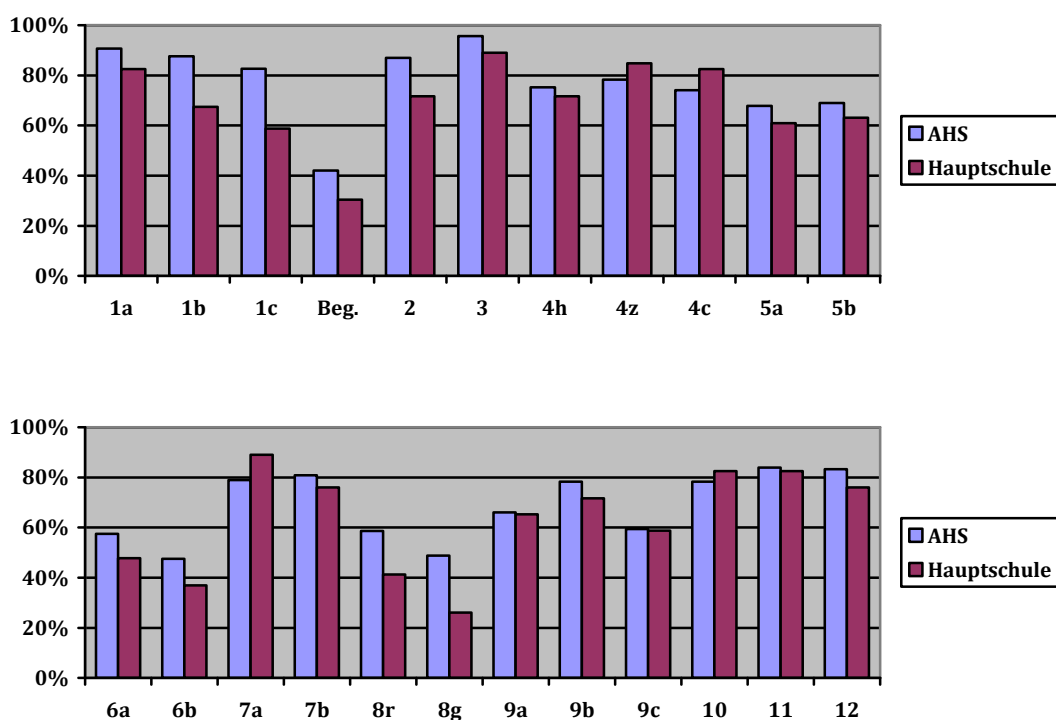
Wie man in den Diagrammen erkennt, schnitten die SchülerInnen und der AHS bei den meisten Fragen besser ab als die HauptschülerInnen. Nur bei den Fragen 1a, 1b (**Größenvergleich**) und 4z (**Stellenwertaufgabe** mit Zehntel) erzielten die HauptschülerInnen etwas bessere Ergebnisse (wobei zu beachten ist, dass die Fehler bei Fragen 1a und 1b hauptsächlich durch den spaltenweisen Vergleich passiert sind und keinen Aufschluss über das tatsächliche Beherrschen des Größenvergleichs geben).

Bei den **Grundrechnungsarten** (Frage 7 bis 12) sind die Unterschiede zwischen AHS und Hauptschule teilweise riesig, in der AHS war die Lösungsquote oft mehr als doppelt so hoch.

Nach der Behandlung der „Dezimalzahlen“ im Unterricht sind die Niveauunterschiede viel kleiner, wie die untenstehenden Diagramme zeigen. Bei der **Addition** (7b) und bei der **Multiplikation** (10) erzielten die HauptschülerInnen auch schon mal bessere Ergebnisse und das obwohl sie ein Zeitlimit von einer Viertelstunde hatten und diese Rechnungen am Ende des Fragebogens waren. Bei den Aufgaben mit **graphischen Komponenten** (Frage 5, 6 und 8) holten sie im Vergleich zum ersten Fragebogen überall auf. Bei Frage 6 erzielten sie sogar ein besseres Ergebnis. Im Großen und Ganzen schnitt die AHS dennoch besser ab. Oft lag die Lösungsquote sogar um mehr als 10 Prozentpunkte höher.



In den zweiten Klassen setzte sich der Trend fort, dass die Ergebnisse in der AHS tendenziell etwas besser sind.



Anders als bei beiden Fragebögen in den ersten Klassen gibt es diesmal einen großen Unterschied bei den **Größenvergleichen** (Frage 1 und 2). Bei der Begründung konnte in beiden Schulen ungefähr die Hälfte der Kinder, die die Frage 1c richtig beantwortet hatten, auch ihre Antwort begründen.

Bei den Aufgaben mit den **Stellenwerten** (Frage 4) schnitten diesmal aber die HauptschülerInnen besser ab. Bei Frage 6, wo die sich in den **Messbechern** befindende Wassermenge eingezeichnet werden musste, schnitten sie schlechter ab, beim 2. Fragebogen in den ersten Klassen waren jedoch die HauptschülerInnen besser.

Bei den **Grundrechnungsarten** gab es Fragen, bei denen die HauptschülerInnen besser abschnitten (Frage 7a Addition und Frage 10 Multiplikation). Mit Ausnahme der Frage 8 (Subtraktion mit graphischem Teil), bei der die AHS deutlich besser abschnitt, gab es keine signifikanten Unterschiede in der Lösungsquote.

10. **Literaturverzeichnis**

Padberg, Friedrich (2009): Didaktik der Bruchrechnung. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag. 4. Auflage.

Padberg, Friedrich (2004): Die Einführung der Dezimalbrüche – Ein Selbstläufer. Mathematik lehren Nr. 123. Friedrich Verlag. S. 41-45

Heckmann, Kirsten (2007): Von Zehnern zu Zehnteln. Das Stellenwertverständnis auf Dezimalbrüche erweitern. Mathematik lehren Nr. 142. Friedrich Verlag. S. 45-51

11. Anhang

Diese Diplomarbeit befasst sich, wie der Titel schon sagt, mit Verständnisschwierigkeiten, die Schülerinnen und Schüler mit den sogenannten „Dezimalzahlen“ haben. Denn diese sind größer als gemeinhin angenommen wird.

Ähnliche Untersuchungen wurden von F. Padberg und K. Heckmann in Deutschland vorgenommen. Meine Diplomarbeit orientiert sich an diesen und wurde an das österreichische Schulsystem angepasst.

Ich habe meine Untersuchung an zwei Schulen (AHS und Hauptschule) durchgeführt und die Ergebnisse im Rahmen dieser Diplomarbeit ausführlich analysiert. Dabei stellte ich ähnliche Fehlvorstellungen wie Padberg und Heckmann in Deutschland fest.

LEBENS LAUF

Schulische Bildung:

1992–1996: Volksschule Kitzbühel
1996–2004: Gymnasium St. Johann in Tirol
2004–2013: Lehramtsstudium Physik Mathematik an der Universität Wien

Arbeit:

August 2002: Ferialpraktikantin bei der Firma Kwizda
Juli 2005: Kellnerin im Tennisüberl Kitzbühel während des Tennisturniers
Februar 2006: Kellnerin im Hotel Schweizerhof in Kitzbühel
Juli 2006: Kinderbetreuerin beim Tennisturnier in Kitzbühel
Ferien der Winter-
saisons 2006 –2010: Schilehrerin bei den „Roten Teufeln“ in Kitzbühel
Schuljahr 2007/08: Physiklehrerin im Ausmaß von 5 Wochenstunden am BG/WRG Feldgasse 6 – 8, 1080 Wien
Von September 2010
bis April 2012 Physik- und Mathematiklehrerin am BG/BORG St. Johann in Tirol
März 2013 Vertretungslehrerin Mathematik am BG/BRG Tulln

Sonstiges:

Schuljahr 2001/02: Mitglied der SchülerInnenvertretung im SGA
Von Mai 2006 bis
Mai 2008: Mitglied im Heimausschuss des Tiroler Studentenheims in Wien