F. PADBERG, R. NEUMANN, N. SEWING

Typische Schülerfehler bei Dezimalbrüchen

6–9

1. Einleitung

Gemeine Brüche und Dezimalbrüche bilden das Kernstück des Mathematikunterrichts in den sechsten Klassen aller Schulformen. Während jedoch die Schwierigkeiten von Schülern und Lehrern mit den gemeinen Brüchen gut untersucht sind (vgl. Padberg [1989a, 1989b]), gelten die Dezimalbrüche landläufig eher als leicht und unproblematisch. Dies hängt damit zusammen, daß sich die Schreibweise der Dezimalbrüche nahtlos in die dezimale Stellenwertschreibweise der natürlichen Zahlen einfügt und daher die „bekannten" Rechenregeln weiterhin fast unverändert Gültigkeit behalten.
Der Umgang mit Dezimalbrüchen ist jedoch für Schüler *keineswegs* problemlos. Schülerfehler gibt es in diesem Bereich in großer Zahl. Dies zeigt klar, daß viele Schüler nicht nur mit gemeinen Brüchen, sondern auch mit Dezimalbrüchen ihre Probleme haben. Diese Aussage wird auch von den bisher durchgeführten – meist amerikanischen – empirischen Untersuchungen bestätigt (vgl. z. B. Carpenter u. a. [1981], Ekenstam [1977], Foxmann [1984], Hiebert/Wearne [1986], Vance [1984] oder Zawojewski [1983]). Allerdings kann man die amerikanischen Befunde nicht ohne weiteres auf unsere Verhältnisse übertragen, da es beispielsweise schon bei der Schreibweise der Dezimalbrüche relevante Unterschiede gibt. So schreiben die Amerikaner z. B. statt 0,2 kürzer .2, verzichten also auf die Schreibweise der Null vor dem Komma und verwenden statt der besser erkennbaren Kommata Punkte. Diese Schreibweise führt offensichtlich leichter zu Verwechslungen beispielsweise von .2 und 2 oder von 3.4 und 34 und damit zu entsprechenden Fehlern bei den Rechnungen.
Im *deutschsprachigen* Raum gibt es bislang nur drei umfassende neuere Untersuchungen: So analysiert Padberg (1989b) in einer von der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützten Studie typische bzw. systematische Fehler und Fehlvorstellungen bei Dezimalbrüchen an knapp 900 Gymnasialschülern aus 34 Klassen des 7. Schuljahres von 11 verschiedenen Gymnasien in Westfalen. Padberg untersucht hierbei sowohl Schwierigkeiten und Problembereiche beim Dezimalbruchbegriff wie auch bei allen vier Rechenoperationen. Dagegen konzentriert sich Günther (1987) in seiner Untersuchung an insgesamt knapp 250 Haupt- und Realschülern der Klassen 7 bis 10 primär auf den Dezimalbruchbegriff, während sich Daubert (1984) bei „einigen hundert" Schülern ebenfalls der Klassen 7 bis 10 von Haupt- und Realschulen auf die Untersuchung von Fehlern beim Addieren und Subtrahieren von Dezimalbrüchen beschränkt.

Zur Ergänzung und weiteren Abrundung der oben genannten Studien führten wir daher Ende 1987 eine Untersuchung über Schwierigkeiten und Problembereiche beim Dezimalbruchbegriff sowie bei den vier Rechenoperationen an knapp 400 Schülern des 7. Schuljahres aus 17 Klassen von 8 verschiedenen Realschulen in Ostwestfalen durch. Im Unterschied zu Padberg (1989b) testeten wir Schüler von Realschulen, im Unterschied zu Günther (1987) und Daubert (1984) untersuchten wir umfassender den gesamten Bereich der Dezimalbrüche und konzentrierten uns zugleich – um aussagekräftigere Ergebnisse zu erhalten – auf *ein* Schuljahr und *eine* Schulform. Wir wählten für unsere Untersuchung bewußt Realschulklassen aus, um so Ergebnisse zu gewinnen, die über die untersuchte Schulform hinaus zugleich auch für einen breiteren Kreis von Hauptschul- und Gymnasialklassen von Bedeutung sind.

2. Bemerkungen zum Test und zur Testdurchführung

Für unsere Untersuchung entwickelten wir – aufbauend auf vorliegende Untersuchungen und Testinstrumentarien vor allem von Padberg (1989b) und Günther (1987) – zwei Schülertests. Beide Tests verfügen über Aufgaben zu verschiedenen Aspekten des Dezimalbruchbegriffs. Während die eine Testversion (Version A) jedoch zusätzlich eine breite Palette von Aufgaben zur Addition und Multiplikation enthält, verfügt die andere Testversion (Version B) zusätzlich über Aufgaben zur Subtraktion und Division.
Unsere Testaufgaben zum *Dezimalbruchbegriff* (29 Aufgaben) lassen sich nach folgenden Gesichtspunkten typisieren:

- Elementares Verstehen der Sprech- und Schreibweise.

  Beispiel:
  Wie sprichst Du den Dezimalbruch 3,12 aus? Kreuze an!

Dreihundertundzwölf	○	Drei Rest zwölf	○
Drei Komma einszwei	○	Drei und zwölf	○
Drei Komma zwölf	○	Drei ein zwölftel	○

- Größenvorstellung und Ordnen von Dezimalbrüchen

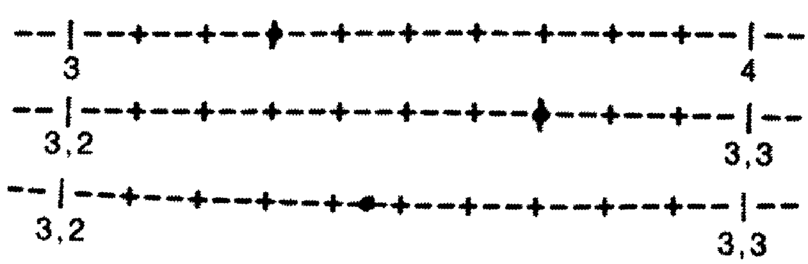
  Beispiel:
  Welche Zahl ist die *größte*? Kreuze an!

0,1	○	0,195	○
0,21	○	0,036	○

- Dezimalbrüche und Zahlenstrahl

  Beispiel:
  Welche Zahl markiert der Punkt auf dem Zahlenstrahl

a) b) c)



Punkt markiert ________
Punkt markiert ________
Punkt markiert ________

- Umwandlung von gemeinen Brüchen in Dezimalbrüche
- Umwandlung von Dezimalbrüchen in gemeine Brüche
- Rolle der Null im Stellenwertsystem

  Beispiel:
  Wo kann man Nullen hinschreiben, *ohne* daß sich der Zahlenwert ändert? Kreuze *alle richtigen* Antworten an!

4,65 = 4,650	○	4,65 = 40,65	○
4,65 = 4,605	○	4,65 = 04,65	○
4,65 = 4,065	○		

Die Testaufgaben zur *Addition und Subtraktion* (10 bzw. 12 Aufgaben) lassen sich grob nach folgenden Gesichtspunkten klassifizieren:

- „Elementare" Aufgaben mit 0,1 und 0,01
- Aufgaben mit bzw. ohne Übertrag
- Aufgaben mit gleicher bzw. verschiedener Anzahl von Dezimalen

- Nullen bzw. keine Nullen bei den Dezimalen
- Kombination von natürlichen Zahlen und Dezimalbrüchen.

Die insgesamt 21 *Multiplikationsaufgaben* kann man u. a. nach folgenden Aspekten typisieren:

- Multiplikation mit 0 und 1
- Multiplikation mit 10 und 100
- Multiplikation mit 0,1 und 0,01
- Aufgaben mit gleicher bzw. verschiedener Anzahl von Dezimalen
- Nullen bzw. keine Nullen bei den Dezimalen
- Kombination von natürlichen Zahlen und Dezimalbrüchen.

Bei den 19 *Divisionsaufgaben* sprechen wir u. a. folgende Aspekte an:

- Division durch 10 und 100
- Division durch 0,1 und 0,01
- Aufgaben mit gleicher bzw. verschiedener Anzahl von Dezimalen
- Nullen bzw. keine Nullen bei den Dezimalen
- Kombination von natürlichen Zahlen und Dezimalbrüchen.

Bei den Multiplikations- wie Divisionsaufgaben halten wir die rechnerischen Anforderungen jeweils bewußt gering, um auf diese Art um so deutlicher Schwierigkeiten bei der Kommasetzung abklären zu können. (Für Hinweise auf typische und systematische Fehler bei der Subtraktion, Multiplikation und Division im Bereich der *natürlichen Zahlen* vergleiche man ggf. Padberg (1986a, 1986b, 1986c.)
Sämtliche Aufgaben unseres Tests sind so konstruiert, daß Schüler bei der Benutzung von falschen Rechenstrategien nicht zufällig das „richtige" Ergebnis erhalten können – jedenfalls im Rahmen der von uns vorher erwarteten bzw. vermuteten fehlerhaften Strategien. Eine gezielte Vorbereitung auf den Test an den Schulen verhinderten wir dadurch, daß wir bei unserer vorherigen Korrespondenz mit den Schulleitungen die Zielsetzung unseres Tests nur sehr allgemein formulierten und auch sämtliche Untersuchungen an einer Schule jeweils an *einem* Vormittag durchführten. Nur so kann man ein unverfälschtes und aussagekräftiges Ergebnis erhalten. Abschreiben minimierten wir dadurch, daß benachbarte Schüler jeweils verschiedene Testversionen bearbeiteten. Der geplante Zeitrahmen von ca. 40 Minuten Bearbeitungszeit zuzüglich einer kurzen Einführung konnte im Rahmen einer Unterrichtsstunde stets eingehalten werden. Neben dem Fachlehrer war stets einer der Autoren persönlich in der Klasse anwesend, um so für eine möglichst weitgehende Einheitlichkeit bei der Testdurchführung zu sorgen. Sämtliche Lösungen einschließlich Nebenrechnungen notierten die Schüler auf den entsprechend angelegten Testbögen. Hilfsmittel – z. B. Taschenrechner – waren nicht erlaubt.

3. Dezimalbruchbegriff

Schon beim Verstehen der *Schreib- und Sprechweise* der Dezimalbrüche lassen sich bei den Schülern deutliche Defizite feststellen.[1] So kreuzen nur knapp zwei Drittel der untersuchten Schüler bei der Aufgabe „Was bedeutet 2,4?" die richtige Lösung an, 20% zwei Rest vier, 8% zwei und ein viertel. Ähnliches gilt auch für die Aufgabe „Welche der folgenden Zahlen ist ‚Fünfundzwanzig Hundertstel'". Zwei Drittel lösen sie richtig, jeder sechste

1 Die hier genannten Daten beziehen sich auf die Testversion A (N = 188, 17 Klassen, 8 verschiedene Schulen). Sie decken sich weitestgehend mit den entsprechenden Daten der Version B.

Schüler entscheidet sich für 0,025 – vermutlich bedingt durch einen fehlerhaften Transfer von den natürlichen Zahlen, wo Hunderterzahlen drei Ziffern besitzen –, jeder zehnte Schüler für 25,00. Erfreulich viele Schüler (92%) kreuzen bei dem Dezimalbruch 3,12 die Sprechweise Drei Komma Eins Zwei an, äußerst wenige nur die sehr problematische – jedoch im täglichen Leben verbreitete – Sprechweise Drei Komma Zwölf. Letztere Sprechweise sollte im Unterricht unbedingt vermieden werden, da sie viele typische Fehler verursacht, und zwar beim Größenvergleich ($0{,}3 < 0{,}15$, da $3 < 15$), beim Erweitern ($0{,}25 \neq 0{,}250$, da $25 \neq 250$), beim Addieren ($0{,}42 + 0{,}5 = 0{,}47$, da $42 + 5 = 47$) und beim Subtrahieren ($0{,}72 - 0{,}4 = 0{,}68$, da $72 - 4 = 68$).
Beim *Größenvergleich* von Dezimalbrüchen verwenden die Schüler hauptsächlich zwei fehlerhafte Strategien, wie die folgende Aufgabe exemplarisch belegt:

Welche Zahl ist die *größte*? Kreuze an:

0,21	60%
0,1	22%
0,195	18%
0,036	1%

Häufigkeitsverteilung der Lösungen

Schüler, die 0,195 ankreuzen, verwenden offensichtlich die naheliegende Kein-Komma-Strategie (kurz KK-Strategie). Sie fassen die Dezimalbrüche als natürliche Zahlen auf und benutzen die dortige Ordnung (195 als größte Zahl!). Dagegen ist die Ursache für das häufige Ankreuzen von 0,1 nicht so unmittelbar evident. Erst bei der Untersuchung weiterer Aufgaben erkennt man hier eine „Je-mehr-Dezimalen-desto-kleiner"-Strategie (kurz: MK-Strategie). Hiernach ist die Zahl die kleinste, die die meisten bzw. umgekehrt die Zahl die größte, die die wenigsten Dezimalen hat. 0,1 besitzt die wenigsten Dezimalen und ist daher die größte Zahl. Folgender – grundsätzlich richtiger – Gedankengang wird hier übergeneralisiert: Je weiter rechts eine Dezimale steht, um so kleiner ist sie; je weiter links, um so größer. Dies wird fehlerhaft auf den gesamten Dezimalbruch übertragen.
Die *Zuordnung* zwischen Punkten am *Zahlenstrahl und Dezimalbrüchen* beherrschen die Schüler bei einer Zehnteluntereilung des Zahlenstrahls und bei Zahlen mit *einer* Dezimalen in beiden Richtungen ausgezeichnet (Werte von weit über 90%). Beim Zuordnen von Zahlen mit *zwei* Dezimalen zu Punkten des Zahlenstrahls wird oft fehlerhaft in Zehntelschritten weitergezählt und nicht bemerkt, daß die Skala jetzt in Hundertstel unterteilt ist.

Die Kenntnis des *Zusammenhangs zwischen gemeinen Brüchen und Dezimalbrüchen* ist für den Erwerb eines fundierten Dezimalbruchbegriffs sehr wichtig. Bei der *Umwandlung von gemeinen Brüchen in Dezimalbrüche* unterlaufen den Schülern vor allem folgende Fehlerstrategien:

- Fehlerhafter Transfer von den natürlichen Zahlen bezüglich des Stellenwertes
  Beispiel: $\frac{3}{100} = 0{,}003$
  Diesen Fehler machen 6% der Schüler.
- Notation des Zählers direkt hinter dem Komma
  Beispiel: $\frac{3}{100} = 0{,}3$ $\quad \frac{2}{5} = 0{,}2$

Eine bei speziellen Zehnerbrüchen richtige Strategie (Beispiele: $\frac{45}{100} = 0{,}45$, $\frac{7}{10} = 0{,}7$) wird hier fehlerhaft übergeneralisiert. Dies passiert besonders häufig, wenn ein Umbündeln erforderlich ist. So schreiben 15% der Schüler für 11 Zehntel 0,11. Die – gelegentlich vorkommende – Notation des *Nenners* direkt hinter dem Komma (Beispiel: $\frac{1}{4} = 0{,}4$) kann so allerdings nicht erklärt werden.

– Gleichsetzung von Bruchstrich und Komma

Beispiele: $\frac{1}{4} = 1{,}4$ $\frac{2}{5} = 2{,}5$

Bietet man Schülern fehlerhafte Lösungen in einer multiple choice-Aufgabenform an, so werden diese fehlerhaften Strategien sogar noch wesentlich häufiger angekreuzt als bei der obigen Aufgabenform. Dies deutet auf eine latente Unsicherheit der Schüler hin.

Beispiel: Wie groß ist $\frac{1}{100}$ als Dezimalbruch? Kreuze an!

0,01	62%
0,100	21%
0,001	12%
nicht beantwortet	5%

Häufigkeitsverteilung der Lösungen

Bei der *Umwandlung von Dezimalbrüchen in gemeine Brüche* spielen im wesentlichen dieselben Strategien eine Rolle:

– Fehlerhafter Transfer von den natürlichen Zahlen bezüglich des Stellenwerts

Beispiel: $0{,}39 = \frac{39}{10}$ $0{,}07 = \frac{7}{10}$

– Gleichsetzung von Komma und Bruchstrich

Beispiele: $1{,}3 = \frac{1}{3}$ $2{,}45 = \frac{2}{45}$

Ist der ganzzahlige Anteil der Dezimalbrüche speziell Null, so wird häufiger 1 als Zähler benutzt, der Dezimalbruch also formal als Stammbruch notiert (Beispiele: $0{,}2 = \frac{1}{2}$; $0{,}39 = \frac{1}{39}$). Neben der Kenntnis des Zusammenhangs zwischen gemeinen Brüchen und Dezimalbrüchen ist für ein gründliches Verständnis des Dezimalbruchbegriffs auch eine gute Kenntnis der Grundgedanken des *dezimalen Stellenwertsystems* wichtig, wie beispielsweise schon weiter oben angesprochene Fehlerstrategien belegen. Eine besondere Rolle spielt die *Null.* Mögliche Probleme der Schüler versuchen wir durch die folgenden drei Aufgabentypen abzuklären:

– *Typ 1:*
Welche Aussage ist richtig?
$0{,}3 = 0{,}30$ $0{,}3 > 0{,}30$ $0{,}3 < 0{,}30$
Knapp 90% der Schüler lösen diese Aufgabe richtig. Die Fehllösungen – jeweils rund 5% – können durch die KK-Strategie ($3 < 30$) bzw. durch die MK-Strategie ($0{,}3 > 0{,}30$) erklärt werden.

– *Typ 2:*
Wo kann man Nullen hinschreiben, ohne daß sich der Zahlenwert ändert (vgl. 2).
Häufigster Fehler (8%) ist das Gleichsetzen von 4,65 und 4,065. Ursache hierfür ist die Komma-Trennt-Strategie (KT-Strategie). Der Dezimalbruch wird hierbei nicht als *eine* Zahl aufgefaßt, sondern als zwei – durch ein Komma getrennte – verschiedene natürliche Zahlen. Diese werden getrennt verglichen. In N gilt 4 = 4,65 = 065, also 4,65 = 4,065.

– *Typ 3:*
Schreibe 7,05 mit vier Stellen nach dem Komma (7,05 = 7,05..)
Im deutlichen Gegensatz zu Befunden von Günther (1987) wurde diese Aufgabe in unserem Test zu rund 90% richtig gelöst. Dies beruht vermutlich auf Unterschieden in der Notation. Die wenigen Fehllösungen streuten bei uns breit.

4. Addition

Bei der Addition von Dezimalbrüchen dominiert eindeutig eine einzige Fehlerstrategie, nämlich die Komma-Trennt-Strategie. So rechnen jeweils rund 15% der Schüler 6,31 + 7,802 = 13,833, 1,4 + 7,083 = 8,087 oder 3,7 + 3,01 = 6,08 (bzw. 6,8). Bei der Aufgabe 2,7 + 3,11 erhält sogar fast jeder 3. Schüler (!) das Ergebnis 5,18, vermutlich gefördert durch weit überwiegendes *mündliches* Rechnen. Daß schnelles mündliches Rechnen KT-Fehler begünstigt, zeigt auch ein Vergleich der KT-Fehleranteile bei den Aufgaben 0,7 + 0,4 + 0,2 und 0,28 + 0,43 + 0,95. Während bei der ersten Aufgabe der KT-Fehler in der gewohnten Höhe auftritt, ist er bei der zweiten Aufgabe minimal. Offensichtlich verhindert ihn hier der schriftliche Kalkül. Der KT-Fehler kann allerdings nicht überwiegend als Flüchtigkeitsfehler eingestuft werden: Mehr als 10% der Schüler machen ihn *systematisch* bei entsprechenden Additionsaufgaben. Einige Schülerfehler lassen sich darüber hinaus offensichtlich als Rechenfehler im Bereich der *natürlichen* Zahlen einstufen (Verstöße gegen das Einsundeins, insbesondere im Zusammenhang mit der 0 und 1).
Bei der Addition von natürlichen Zahlen und Dezimalbrüchen dominiert ebenfalls *ein* Fehlertyp. So rechnen die Schüler 0,25 + 7 = 0,32, zählen also von 0,25 ausgehend um 7 weiter.
Vergleicht man die Additionsfehler bei *gemeinen Brüchen* (vgl. Padberg [1989a]) und *Dezimalbrüchen,* so fallen weitestgehende Entsprechungen auf. $\frac{a}{b} + \frac{c}{d} = \frac{a+c}{b+d}$ und obiger KT-Fehler, $\frac{a}{b} + n = \frac{a+n}{b}$ und obiges „Weiterzählen" sind offensichtlich von vergleichbarer Struktur.

Der KT-Fehler wird bei der Addition von Dezimalbrüchen – wie erwähnt – von mehr als 10% der Schüler *systematisch* gemacht. Hierbei bezeichnen wir – in Übereinstimmung mit anderen Untersuchungen – einen Fehler bei einem Schüler als systematisch, wenn der Schüler diesen Fehler bei *mindestens der Hälfte* der entsprechenden Aufgaben begeht. (Stehen bei speziellen Auswertungen nur zwei bzw. drei entsprechende Aufgaben zur Verfügung, so muß der Fehler bei beiden bzw. bei mindestens zwei von den drei Aufgaben vorkommen). Die – theoretisch naheliegende – Abgrenzung eines Fehlers nur dann als systematisch, wenn er bei *allen* entsprechenden Aufgaben vorkommt, ist in der Praxis zu eng. Die Kenntnis systematischer Fehler ist für den Unterricht besonders hilfreich und wichtig, da sie bei gleichartigen Aufgaben eine große Zahl von Fehlern bewirken und sich auf der anderen Seite besonders gut erfolgreich bekämpfen lassen.

5. Subtraktion

Eine vom Rechenaufwand her sehr leichte Aufgabe, die für das Testen des Verständnisses der Subtraktion bei Dezimalbrüchen (in Kombination mit natürlichen Zahlen) gut geeignet ist, ist die Aufgabe 1 – 0,01. In Übereinstimmung mit Befunden von Günther (1987) lösen auch in unserem Test viele Schüler diese Aufgabe falsch, ein – verglichen mit den übrigen Subtraktionsaufgaben – hoher Prozentsatz von Schülern dokumentiert seine Unsicherheit darüber hinaus durch Nichtbearbeitung.

0,99	59%
0,09	11%
0,00	6%
0,9	4%
1,01	3%
0	2%
nicht beantwortet	10%

Prozentsatz der häufigsten Lösungen bei der Aufgabe 1 – 0,01

Während 1,01 als Fluchtreaktion – statt der unbekannten Subtraktion wählt man die vertraute Addition – sowie 0 und 0,00 als Lösungen im Sinne der KK-Strategie (mit formaler Angleichung in der Schreibweise an den Subtrahend im Falle 0,00) gedeutet werden können, fällt eine Erklärung von 0,09 und 0,9 schwerer. Durch Ignorierung des Übertrages sowie durch die Vorstellung, daß Nullen „nichts" bedeuten und also auch weggelassen werden können, könnten diese Lösungen erklärt werden.
Dagegen ist die Erklärung von Fehlern wie 8,743 – 5,31 = 3,712 oder 20,4 – 3,03 = 17,1 (17,01) oder 0,85 – 0,5 = 0,8 (0,80) wesentlich leichter. Ursache ist hier offenbar die KT-Strategie, die bei der Subtraktion von Dezimalbrüchen ebenso wie schon bei der Addition die *häufigste* Fehlerstrategie ist (vgl. auch Padberg 1989b). Allerdings tritt die KT-Strategie bei der Subtraktion deutlich seltener auf als bei der Addition, da sich längst nicht alle Aufgaben für diese Strategie „eignen", und die Schüler daher wesentlich weniger Verstärkung durch „Erfolgserlebnisse" erfahren. Bei Aufgaben wie 0,85 – 0,5, die rasch fast ausschließlich mündlich gerechnet werden, verfahren besonders viele Schüler (14%) nach der KT-Strategie; im Mittel aller geeigneten Aufgaben sind es rund 10%. Während 3% der untersuchten Schüler diesen Fehler *systematisch* machen, macht fast jeder zweite (!) Schüler ihn mindestens einmal bei einer geeigneten Aufgabe.
Aufgaben mit einer *unterschiedlichen* Anzahl von Dezimalen bereiten den Schülern wegen der fehlenden Rechtsbündigkeit besondere Schwierigkeiten. Zwei fehlerhafte Strategien werden hier häufiger benutzt. So rechnen 5% der Schüler $\begin{array}{r} 0{,}4 \\ \underline{-0{,}268} \\ 0{,}268 \end{array}$ oder 7% der Schüler $\begin{array}{r} 20{,}4 \\ \underline{-\ 3{,}03} \\ 17{,}43 \end{array}$, übernehmen also jeweils die „überstehenden" Ziffern im Subtrahend in das Ergebnis. Bei den Lösungen $\begin{array}{r} 0{,}85 \\ \underline{-0{,}5} \\ 0{,}3 \end{array}$ und $\begin{array}{r} 8{,}743 \\ \underline{-5{,}31} \\ 3{,}43 \end{array}$ werden dagegen die „überstehenden" Ziffern im Minuend einfach ignoriert (vgl. auch Daubert [1984]). Beide Fehlertypen können auch beschrieben werden als Fehler mit der Null, ein Fehlertyp, der schon bei der Subtraktion in N eine bedeutende Rolle spielt (vgl. Padberg [1986]). Auch die schon in N beobachtete Fluchtreaktion, nämlich eine – schwierigere – Subtraktionsaufgabe einfach als – leichtere – Additionsaufgabe zu lösen, finden wir bei vielen Dezimalbruchaufgaben ebenfalls wieder, genauso wie Rechenrichtungsfehler, nämlich die Subtraktion durch spaltenweise Unterschiedsbildung, wie die Rechnung 28,2 – 1,36 = 27,16 belegt. Daneben spielen auch Übertragsfehler – wie schon in N – eine Rolle, wobei der Übertrag über das Komma manchen Schülern besondere Schwierigkeiten bereitet, wie das folgende Beispiel zeigt: 28,2 – 1,36 = 27,84. Fehler wie 8,743 – 5,31 = 8,212, die immerhin 3% der Schüler begehen, beruhen offensichtlich auf einer Übergeneralisierung der Subtraktion in N: Beide Zahlen werden rechtsbündig untereinander angeordnet und dann voneinander subtrahiert.
Bei der Subtraktion von natürlichen Zahlen von Dezimalbrüchen dominiert *ein* Fehlertyp. So rechnet jeder zehnte Schüler analog wie schon bei der Addition 7,20 – 4 = 7,16.

6. Multiplikation

Die Behandlung der Multiplikation von Dezimalbrüchen wird i. a. eingeleitet durch die Multiplikation von Dezimalbrüchen mit *natürlichen Zahlen.* Der Sonderfall der Multiplikation mit *10 bzw. 100* ist für ein Abtesten des Verständnisses besonders gut geeignet, da Rechenfehler im Bereich der natürlichen Zahlen nicht auftreten können. Nur gut die Hälfte

der Schüler lösen allerdings diese beiden Aufgaben richtig, die ungewohnt große Zahl von Auslassungen – sehr viel höher als bei der Multiplikation mit anderen natürlichen Zahlen – ist ein klarer Indikator für die Unsicherheit der Schüler. Wichtigster Fehlertyp ist ein fehlerhafter Transfer von der Multiplikation in N, nämlich das Anhängen von Endnullen. So rechnen jeweils 6% der Schüler 10 · 2,3 = 2,30 bzw. 100 · 127,305 = 127,30500. Die – vergleichbar häufige – Fehllösung 100 · 127,305 = 127305 kann ebenfalls durch einen falschen Transfer von den natürlichen Zahlen erklärt werden (vgl. auch 3.): Hunderter stehen in N an 3. Stelle, also muß bei der Multiplikation mit 100 das Komma um *drei* Stellen verschoben werden. Fehllösungen wie 100 · 127,305 = 12700,30500 sind als KT-Fehler zu deuten (4% der Schüler).
Die Multiplikation mit *beliebigen natürlichen* Zahlen fällt den Schülern leichter als speziell die Multiplikation mit Zehnerpotenzen, die Lösungsquoten sind wesentlich höher, die Auslassungen minimal. KT-Fehler bilden hier die Hauptfehlergruppe. So rechnet fast jeder 10. Schüler: 8 · 2,3 = 16,24. Hierbei entspricht dieser Fehler weitgehendst dem entsprechenden Fehler bei den gemeinen Brüchen ($n \cdot \frac{a}{b} = \frac{n \cdot a}{n \cdot b}$; vgl. Padberg 1989a). Besitzt der Dezimalbruch eine Null vor dem Komma, so läßt sich auch häufiger eine Fluchtreaktion zur Addition konstatieren (Beispiel: 6 · 0,45 = 6,45; 4% der Schüler).
Bei der Multiplikation von *Dezimalbrüchen mit Dezimalbrüchen* bietet sich ebenfalls eine gesonderte Untersuchung der Multiplikation mit *0,1 und 0,01* an. Beide Aufgaben lösen viele Schüler äußerst formal, nämlich schriftlich, statt aufgrund inhaltlicher Überlegungen. Bei der Aufgabe 5,6 · 0,1 massieren sich die Fehler auf die Fehllösungen 5,6 – dies Ergebnis erhält fast jeder 4. Schüler – und 5,7 (4% der Schüler). Während 5,7 als Fluchtreaktion zur Addition zu erklären ist, kann das Ergebnis 5,6 durch einen falschen Transfer von der Addition/Subtraktion von Dezimalbrüchen erklärt werden: Beide Faktoren haben jeweils *eine* Dezimale, also auch das Ergebnis. Reine KT-Fehler spielen bei dieser Aufgabe keine Rolle. Allerdings kann man das Ergebnis 5,6 auch als KT-Fehler mit zusätzlichem Nullfehler deuten, nämlich durch die Rechnung 5 · 0 = 5 und 6 · 1 = 6, also 5,6 · 0,1 = 5,6, erklären. Diese Deutung ist keineswegs völlig abwegig; denn immerhin jeder 6. Schüler (!) erhält bei der Aufgabe 12 · 0 als Ergebnis 12! Vergleicht man bei der Multiplikation von Dezimalbrüchen die Lösungsquoten von 3,2 · 2,1 und z. B. 0,8 · 0,11 oder 0,4 · 0,2, so ist man auf den ersten Blick überrascht. Obwohl die beiden letzten Aufgaben rechentechnisch wesentlich leichter sind, machen die Schüler hier deutlich mehr Fehler als bei der ersten Aufgabe. Dies liegt an der extrem hohen Quote von KT-Fehlern bei der Multiplikation von Dezimalbrüchen, wenn vor dem Komma Nullen stehen. So rechnen 55% der Schüler 0,4 · 0,2 = 0,8 und jeweils knapp die Hälfte der Schüler 0,03 · 0,02 = 0,06 und 0,8 · 0,11 = 0,88. Bei Aufgaben ohne Nullen vor dem Komma wie bei 3,2 · 2,1 fallen die KT-Quoten deutlich ab: Jeder zehnte Schüler rechnet hier 3,2 · 2,1 = 6,2 bzw. 15,2 · 3,24 = 45,48. Die Multiplikationsregel für gemeine Brüche, bei der Zähler mit Zähler und Nenner mit Nenner multipliziert wird, könnte die Tendenz von Schülern zur getrennten Multiplikation der Zahlen vor dem Komma und der Zahlen nach dem Komma – und damit zum KT-Fehler – verstärken. Der KT-Fehler wird zum Teil sicher durch schnelles Rechnen im Kopf bei Aufgaben wie 0,8 · 0,11 = 0,88 begünstigt, er wird jedoch auch von 7% der Schüler in diesem Bereich *systematisch* gemacht. Die Fluchtreaktion zur Addition läßt sich auch hier insbesondere bei schwereren Aufgaben deutlich beobachten: So rechnen zwar nur 1% der Schüler 0,8 · 0,11 = 0,19, immerhin jedoch schon jeweils 4% 22,3 · 0,02 = 22,32 und 0,4 · 0,06 = 0,46. Bei einigen Schülern kann man sogar direkt beobachten, wie sie von einem gewissen Schwierigkeitsgrad an Multiplikationsaufgaben als Additionsaufgaben lösen. Viele als KT-Fehler eingestufte Fehllösungen kann man allerdings auch deuten als Ergebnis der Strategie: Einer der Faktoren gibt die Anzahl der Dezimalen des Produktes an. Eine genauere Analyse, ob der erste oder zweite, der kleinere oder der größere bzw. der Faktor mit den meisten oder

wenigsten Dezimalen ausschlaggebend ist, ergibt jedoch folgende Ergebnisse: Bei der Frage, ob der erste oder zweite Faktor entscheidend ist, ist bei den schriftlich gelösten Aufgaben kein klares, systematisches Vorgehen erkennbar. 3% der Schüler richten sich systematisch nach der Anzahl der Dezimalen des größeren Faktors, 1% nach dem Faktor mit den meisten Dezimalen. Bei den weitaus meisten Fehlern dieses Typs ist also keine in sich stimmige, einheitliche Vorgehensweise erkennbar, daher ist nach unserer Einschätzung eine Einordnung als KT-Fehler naheliegender.

KT-Fehler spielen in verschiedenen Bereichen unseres Tests eine wichtige Rolle, z. B. bei dem Dezimalbruchbegriff, bei der Addition und bei der Multiplikation. Wir haben daher bei der Testauswertung auch untersucht, wie weit Schüler bei Benutzung der KT-Vorstellung beim Dezimalbruchbegriff diese auch bei der Addition und Multiplikation fehlerhaft einsetzen. Dabei zeigt sich, daß die weitaus größte Zahl von Schülern die KT-Vorstellung *keineswegs durchgängig* in allen drei Teilbereichen einsetzt, sondern häufiger nur in einem oder evtl. zweien dieser drei Bereiche.

Vergleicht man die von Vance (1984) in Kanada gefundenen fehlerhaften Kommasetzungsstrategien bei der Multiplikation mit unseren Ergebnissen, so kommen bei uns – neben der Nullanhängungsregel bei der Multiplikation mit 10 – nur die folgenden beiden Strategien theoretisch vor:

- Bei den Faktoren werden nur die Nachkommastellen gezählt, die ungleich Null sind (Beispiel: 2,03 · 2,205 = 447,615).
- Die Anzahl der Nachkommastellen bei den Faktoren wird im Ergebnis links vom Komma gezählt (Beispiel: 9,2 · 3,34 = 307,28).

Beide Fehler können jedoch naheliegender als Ergebnis der Strategie gedeutet werden, daß sich die Anzahl der Dezimalen nach dem Faktor mit den meisten Dezimalen richtet, also als fehlerhafter Transfer von der Addition.

Multiplizieren (mit Faktoren ungleich 1) bewirkt bei den natürlichen Zahlen eine Vergrößerung. Diese Vorstellung wird von 40% der untersuchten Schüler fehlerhaft auf den Bereich der Dezimalbrüche übertragen.

Die Formulierung der Multiplikationsregel bereitet den untersuchten Schülern sehr große Schwierigkeiten. Gut die Hälfte der Schüler beantwortet diese Frage gar nicht, jeder dritte beantwortet sie völlig falsch, wobei sehr häufig die Multiplikationsregel für gemeine Brüche genannt wird, nur jeder zehnte Schüler beantwortet sie völlig richtig. Vereinzelt wird sogar die KT-Vorstellung als Multiplikationsregel genannt, etwa in der Form „Erst die Aufgabe vor dem Komma rechnen, und dann nach dem Komma". Die Ergebnisse belegen eindeutig, daß das explizite Formulieren einer Regel für die untersuchten Schüler wesentlich schwerer ist als ihre richtige Anwendung.

7. Division

Die Division gilt schon im Bereich der natürlichen Zahlen wegen der vielen zu beherrschenden Subtechniken als schwierigste Rechenoperation, entsprechendes gilt erst recht für den Bereich der Dezimalbrüche. Am leichtesten fällt hierbei den Schülern noch die Division von *Dezimalbrüchen durch natürliche Zahlen.* Der *Sonderfall* der Division durch Zehnerpotenzen ist rechentechnisch besonders leicht. Der häufigste Fehler bei diesem Aufgabentyp kann theoretisch durch eine Fluchtreaktion zur – leichteren – Multiplikation erklärt werden oder aber auch – rein auf der syntaktischen Ebene – durch ein Verwechseln der Richtung bei der Kommaverschiebung (Beispiel: 0,65 : 10 = 6,5). Letzteres ist hier vermutlich die Ursache; denn bei der Division durch natürliche Zahlen, die *keine* Zehnerpotenzen sind, wird von den Schülern *nicht* multipliziert. Häufigster Fehler ist hier bei den meisten Aufgaben die KK-Strategie (Beispiel: 8,4 : 4 = 21). Bei Aufgaben, bei denen allerdings die KT-Strategie angewendet werden kann, dominiert diese eindeutig. So rechnen bei der einzigen derartigen Aufgabe dieses Testabschnitts über 40%(!) der Schüler im Sinne dieser Strategie 0,56 : 7 = 0,8. Zum Vergleich: Bei einer Untersuchung von uns an Gymnasialschülern rechnet fast jeder vierte Schüler 8,24 : 4 = 2,6 oder 18,27 : 9 = 2,3 (Padberg 1989b). Neben der KT-Strategie kann das Ergebnis 0,8 in 0,56 : 7 auch durch die Schülerstrategie: „Dividiere die beiden Zahlen – aufgefaßt als natürliche Zahlen – ‚im Kopf' und schreibe dann vor dieses Ergebnis ‚0,...'" (im folgenden Null-Komma- bzw. kurz NK-Strategie genannt) erklärt werden. Bei unserer Regelabfrage formulieren dies sogar einige Schüler explizit als Divisionsregel.

Die Division von *natürlichen Zahlen durch Dezimalbrüche* (Beispiel: 42 : 0,6) fällt den Schülern erwartungsgemäß schwerer. Zwei Hauptfehlerstrategien sind bei der Beispielaufgabe zu erkennen: Mehr als jeder 5. Schüler löst die Aufgabe im Sinne der NK-Strategie (42 : 0,6 = 0,7), knapp jeder 5. Schüler im Sinne der KK-Strategie (42 : 0,6 = 7). Ist eine Division in N direkt nicht möglich, wird beim mündlichen Rechnen Dividend und Divisor zunächst vertauscht und dann die NK-Strategie angewandt (Beispiel: 3 : 0,6 = 0,2; 10% der Schüler).

Die Division von *Dezimalbrüchen durch Dezimalbrüche* ist für die Schüler im Durchschnitt nur geringfügig schwerer als der gerade behandelte Fall. Besonders gut zum Abtesten des Verständnisses eignen sich Aufgaben mit *Divisionen durch 0,1 bzw. 0,01*. Nur jeder dritte Schüler löst diese Aufgaben richtig. Drei Hauptfehler lassen sich am Beispiel der Aufgabe 5,6 : 0,1 aufzeigen: (1) Ein falscher Transfer von der Addition/Subtraktion: 5,6 und 0,1 haben jeweils *eine* Dezimale, also gilt dies auch für das Ergebnis, daher 56 : 1 = 56, folglich 5,6 : 0,1 = 5,6 (21% der Schüler!), (2) Fluchtreaktion Subtraktion 5,6 : 0,1 = 5,5 (12%), (3) NK-Strategie: 5,6 : 0,1 = 0,56 (11%). Eine – ebenfalls mögliche – Deutung als Multiplikation ist in Anbetracht der Fehler bei den weiteren Aufgaben dieses Typs *nicht* naheliegend. Haben beide Dezimalbrüche zwei Dezimalen (Beispiel: 0,21 : 0,03), so ändert sich an den Hauptfehlertypen nichts: Im Sinne des falschen Transfers von der Addition/Subtraktion lösen 30% der Schüler die Aufgabe 0,21 : 0,03 = 0,07, 15% benutzen die NK-Strategie (0,21 : 0,03 = 0,7), während die Fluchtreaktion zur Subtraktion wegen des komplizierten Subtrahenden nur seltener (2%) benutzt wird. Bei Aufgaben, bei denen die KK-Strategie zu Fehlern führt, wird daneben auch diese noch häufiger eingesetzt (Beispiel: 0,024 : 0,4 = 6; 6% der Schüler). Weisen Dividend und Divisor verschieden viele Dezimalen auf, so richten sich Schüler im Sinne eines Transfers von der Addition/Subtraktion hier häufiger auch nach der Anzahl der Dezimalen der dezimalenreicheren Zahl (Beispiel: 0,024 : 0,4 = 0,006).

Viele Fehllösungen könnten durch eine Überschlagsrechnung leicht aufgedeckt werden. Daß hier jedoch noch sehr große Defizite bestehen, belegen die Ergebnisse folgender Aufgabe:

Überschlage das Ergebnis. Kreuze die richtige Größenordnung an!

a) 0,248 : 0,0025 ist ungefähr		b) 29 : 0,003 ist ungefähr	
10	19%	1000	30%
100	36%	10	49%
0,1	34%	0,1	9%
nicht angekreuzt	12%	nicht angekreuzt	13%

Häufigkeitsverteilung der Lösungen

Die richtigen Lösungen liegen hier auf einer Höhe, die in Anbetracht von nur 3 Distraktoren auch schon durch „blindes Raten" erreicht werden kann.

Die Formulierung der Divisionsregel bereitet den Schülern wesentlich mehr Schwierigkeiten als ihre richtige Anwendung. Über die Hälfte der Schüler lassen diese Aufgabe aus, nur jeder 5. Schüler beantwortet sie richtig.

8. Abschließende Bemerkungen

Die Untersuchung belegt eindeutig, daß das Rechnen mit Dezimalbrüchen für Schüler *keineswegs problemlos* ist. Wegen der engen Nähe des Kalküls zum Bereich der natürlichen Zahlen werden die Schwierigkeiten der Schüler jedoch offenkundig weithin massiv unterschätzt. Vergleicht man nämlich die Lösungsquoten zwischen den gemeinen Brüchen (vgl. Padberg 1986d) und den Dezimalbrüchen, so liegen sie nur im Bereich der Addition und Subtraktion von Dezimalbrüchen höher, und zwar auf der Höhe der Addition und Subtraktion gleichnamiger Brüche, während sie bei der Multiplikation und Division deutlich *unter* den entsprechenden Werten für die gemeinen Brüche liegen.
Die Nähe der Dezimalbrüche zu den natürlichen Zahlen sowie die Überbetonung der Analogien bewirkt Fehler in den verschiedensten Bereichen: Da Zehner an zweiter, Hunderter an dritter Stelle vor dem Komma stehen, halten Schüler häufiger auch die zweite Stelle nach dem Komma für Zehntel, die dritte Stelle für Hundertstel. Anhängen von Endnullen bedeutet in N ein Multiplizieren mit Zehnerpotenzen, dagegen ändern Dezimalbrüche durch das Anhängen von Endnullen nach dem Komma ihren Wert nicht. Beim schriftlichen Addieren und Subtrahieren in N muß man die Zahlen rechtsbündig untereinander anordnen, dagegen darf man dies bei Dezimalbrüchen nur, wenn sie die gleiche Anzahl von Dezimalen haben; denn hier ist nicht mehr die letzte Stelle, sondern das Komma der entscheidende Bezugspunkt. Auch beim Umbündeln, insbesondere wenn hierbei das Komma überschritten wird, müssen Unterschiede zu den natürlichen Zahlen beachtet werden. Daher müssen im Unterricht nicht nur die Gemeinsamkeiten zwischen den natürlichen Zahlen und Dezimalbrüchen betont werden, sondern gerade auch die Unterschiede deutlich herausgestellt werden, um fehlerhafte Übergeneralisierungen zu vermeiden. Ein wichtiges Hilfsmittel zur Verdeutlichung der gerade erwähnten Unterschiede – und natürlich auch der Gemeinsamkeiten – ist die *Stellenwerttafel.* Sie sollte verstärkt eingesetzt werden. Die Stellenwerttafel kann auch helfen, beim Größenvergleich zu besseren Ergebnissen zu kommen; denn mit ihrer Hilfe lassen sich leicht die gängige KK- wie auch MK-Strategie als fehlerhaft entlarven. Die Stellenwerttafel ist auch sehr hilfreich generell bei der Behandlung der Addition und Subtraktion sowie speziell bei der Multiplikation mit und der Division durch natürliche Zahlen (und inbesondere auch Zehnerpotenzen) (vgl. Padberg 1989a). Die Resistenz der Schüler gegen die bei diesen Rechenoperationen stark vorherrschende KT-Strategie kann so sicher deutlich erhöht werden, zumal die Stellenwerttafel auch gut verdeutlicht, daß Dezimalbrüche *eine* Zahl bilden und nicht *zwei* durch ein Komma getrennte Zahlen.
Der fehlerhafte Transfer insbesondere bei gleicher Anzahl von Dezimalen von der Addition und Subtraktion von Dezimalbrüchen auf die Multiplikation und Division sollte durch Kontrastieren bewußt gemacht werden. Die Lösung von Multiplikations- bzw. Divisionsaufgaben als Additions- bzw. Subtraktionsaufgaben basiert offensichtlich ausschließlich auf Unsicherheiten vor den entsprechenden Aufgaben und einer Fluchtreaktion zu einer leichteren Rechenoperation. Die bei der Division verbreitete KK-Strategie beruht schließlich darauf, daß sich Schüler nur noch an den ersten Teil der Divisionsregel erinnern, die NK-Strategie ist eher ähnlich wie die Fluchtreaktion zur Addition/Subtraktion einzuordnen (formale Anpassung des Ergebnisses als Dezimalbruch).
Eine gute Kenntnis des *Zusammenhanges zwischen gemeinen Brüchen und Dezimalbrüchen* ist schließlich für ein verständiges Umgehen mit Dezimalbrüchen ebenfalls sehr hilfreich. So weist unsere Untersuchung eine enge bis sehr enge Korrelation zwischen der Fehleranzahl bei Umwandlungsaufgaben und der Fehleranzahl bei den übrigen Testaufga-

ben auf. Man muß hierbei allerdings im Auge behalten, daß eine starke Entsprechung besteht zwischen den Hauptfehlern bei der Addition, Subtraktion und Multiplikation (nur in Spezialfällen!) von gemeinen Brüchen sowie den entsprechenden Fehlern bei Dezimalbrüchen.

Literaturhinweise

Carpenter, Th. P. u. a.: Decimals: Results and Implications from National Assessment. In: Arithmetic Teacher, April 1981, S. 34–37

Daubert, K.: Addieren (Subtrahieren) von Dezimalzahlen – kein Problem? In: Mathematik lehren, August 1984, S. 19–20

Ekenstam, A.: On children's quantitative understanding of numbers. In: Educational Studies in Mathematics, 1977, S. 317–332

Foxman, D. u. a.: Assessing Mathematics: Concepts and Skills: Decimal Place Value. In: Mathematics in School, Jan. 1984, S. 24–28

Günther, K.: Über das Verständnis der Schüler von Dezimalzahlen und auftretende Schülerfehler. In: Mathematische Unterrichtspraxis, 1/1987, S. 25–40

Hiebert, J./Wearne, D.: Über typische Schülerfehler im Bereich der Dezimalbrüche. In: Der Mathematikunterricht, 3/1986, S. 78–85

Padberg, F.: Didaktik der Arithmetik. BI-Wissenschaftsverlag, Mannheim 1986

Padberg, F./Kühnhold, K.: Über typische Schülerfehler bei der schriftlichen Subtraktion natürlicher Zahlen. In: Der Mathematikunterricht (MU), 3/1986, S. 6–16 (1986a)

Padberg, F./Stiewe, S.: Über typische Schülerfehler bei der schriftlichen Multiplikation natürlicher Zahlen. In: MU 3/1986, S. 18–28 (1986b).

Padberg, F. u. a.: Über typische Schülerfehler bei der schriftlichen Division natürlicher Zahlen. In: MU 3/1986, S. 29–44 (1986c)

Padberg, F.: Über typische Schülerschwierigkeiten in der Bruchrechnung – Bestandsaufnahme und Konsequenzen. In: MU 3/1986, S. 58–77 (1986d)

Padberg, F.: Didaktik der Bruchrechnung – Gemeine Brüche – Dezimalbrüche. B. I.-Wissenschaftsverlag, Mannheim 1989a

Padberg, F.: Dezimalbrüche – problemlos und leicht? In: Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht (MNU), 7/1989, S. 387–395 (1989b)

Vance, J. H.: Diagnosing Pupil Performance in Decimal Multiplication. In: Vector, 1984, S. 26–32

Zawojewski, J.: Initial Decimal Concepts: Are They Really so Easy? In: Arithmetic Teacher, März 1983, S. 52–56

Anschriften der Autoren:

Prof. Dr. F. Padberg, Universität, Postfach 86 40, 4800 Bielefeld 1

Rainer Neumann, Ginsterweg 7, 4900 Herford

Norbert Sewing, Drosselweg 19, 4971 Hüllhorst

(2) Testversion 6

Vorname:______ Alter:____ Klasse:______

Hinweis: Falls Du eine Aufgabe nicht lösen kannst, dann gehe ohne großes Zögern zur nächsten Aufgabe über!

1. Was bedeutet 2,4 ? Kreuze die richtige Antwort an!
   - vierundzwanzig ○
   - zwei und vier ○
   - zwei Rest vier ○
   - zwei und ein Viertel ○
   - zwei und vier Zehntel ○

2. Wie sprichst Du den Dezimalbruch 3,12 aus?
   - drei und zwölf ○
   - drei-Komma-zwölf ○
   - drei-Komma-eins-zwei ○
   - drei-ein-Zwölftel ○
   - drei Rest zwölf ○

3. Welche der folgenden Zahlen ist "fünfundzwanzig Hundertstel"

25,00	25	2,5	0,25	0,025
○	○	○	○	○

4. Berechne!

   8,743 - 5,31 =

   4,26 - 2,18 =

   20,4 - 3,03 =

   7,20 - 4 =

   4 - 0,3 =

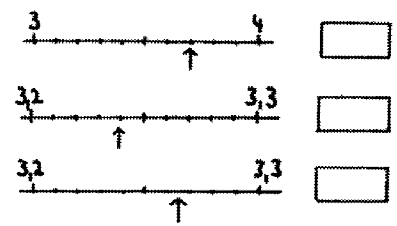
5. Berechne!

   24 : 10 = 3 : 100 =

   0,65 : 10 = 12,25 : 100 =

Vorname:______

6. Schreibe die durch Pfeile markierten Dezimalzahlen in die Kästchen!



7. Welche Zahl ist die größte? Kreuze an!

0,1	0,195	0,036	0,21
○	○	○	○

8. Drei Straßentunnel durch die Alpen haben folgende Längen:

   1,5 Km ○ 1,33 Km ○ 1,025 Km ○

   Kreuze den Längsten an!

9. Wieviel Liter sind in einer Cola-Dose?

33,0 l	3,3 l	0,33 l	0,033 l
○	○	○	○

10. Berechne!

    0,09 + 0,1 =

    1 - 0,01 =

    5,6 : 0,1 =

    5,6 : 0,01 =

Vorname:______

11. Schreibe 7,05 mit 4 Stellen nach dem Komma!

    7,05 = 7 , 0 5 __ __

12. Setze die Folge der Dezimalzahlen fort!
    Addiere immer 0,2 !

    0,2 0,4 0,6 ___ ___ ___

13. Berechne!

    8,4 : 4 =

    0,6 : 2 =

    4 : 8 =

    3,2 : 4 =

14. Beschreibe kurz, wie Du die Aufgabe 0,65 : 0,05 rechnest! ______

    Gib, wenn Du kannst, die Rechenregel an!

    Rechenregel : Man dividiert eine Zahl durch einen Dezimalbruch ______

Vorname: ______________

15. Berechne!

0,21 : 0,03 =

0,56 : 7 =

0,024 : 0,4 =

42 : 0,6 =

3 : 0,6 =

16. Welche Aussage ist Richtig?

0,3 < 0,30 O

0,3 = 0,30 O

0,3 > 0,30 O

17. Kreuz alle richtigen Aussagen an!

4,65 = 4,650 O 4,65 = 40,65 O 4,65 = 04,65 O

4,65 = 4,605 O 4,65 = 4,065 O

18. Berechne!

0,4 - 0,268 =

0,85 - 0,5 =

16,75 - 0,013 =

Vorname: ______________

19. Berechne!

28,2 - 1,36 =

0,6 - 0,005 =

20. Welche Zahl ist die kleinste? Kreuze an!

0,3752	0,5	0,25	0,125
O	O	O	O

21. Was bedeutet $\frac{1}{100}$? Kreuze an!

$\frac{1}{100}$ = 0,100 O

0,001 O

0,01 O

22. Schreibe als Dezimalbruch!

Beispiel: $\frac{1}{2}$ = 0,5

$\frac{3}{100}$ = $\frac{24}{100}$ = $\frac{1}{4}$ =

$\frac{2}{5}$ =

4 Hundertstel = 11 Zehntel =

Vorname: ______________

23. Schreibe als gemeinen Bruch!

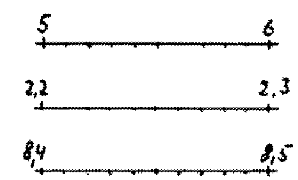
Beispiel: 0,5 = $\frac{1}{2}$

0,2 = 0,39 = 0,07 =

1,3 = 2,45 =

24. Markiere die folgenden Zahlen mit einem Pfeil auf dem Zahlenstrahl!

5,6 · 2,23 8,465 ·



25. Überschlage das Ergebnis. Kreuze die richtige Größenordnung an!

0,248 : 0,0025 ist ungefähr O 10 O 100 O 0,1

29 : 0,03 ist ungefähr O 1000 O 10 O 0,1

Falls Du fertig bist und noch etwas Zeit hast, dann überprüfe Deine Ergebnisse nochmal.

Danke für Deine Mitarbeit!