M:eta
Mathematik: Einführung, Theorie, Aufgaben
Grosse und kleine Zahlen

Torsten Linnemann

Gymnasium Oberwil – Fachmittelschule

6. Juli 2022

2 Grosse und kleine Zahlen

2.1 Einführung: Bevölkerungsdichte

Auftrag 2.1: London

London hatte 2019 etwa 8.96 Millionen Einwohner, etwas mehr als die Schweiz zum selben Zeitpunkt.

In dieser Aufgabe geht es um die Bedürfnisse dieser Stadt. Sie werden dabei grosse Zahlen benötigen, sie werden weitere Zahlen schätzen müssen. So geht es nicht um exakte Werte, nur um Grössenordnungen. Solche Aufgaben nennen sich Fermifragen, vielleicht kennen Sie diese bereits. Wichtig kann eine solche Fertigkeit zum Schätzen und Überschlagen sein, um Ergebnisse in Zeitungen, von Politikerinnen und Politikern zu überprüfen. Oder auch um die von einem Arzt verschriebene Medikamentendosis oder von einem Händler gegebenen Versprechen schnell einzuschätzen.

Arbeiten Sie also ohne Tachenrechner. Runden Sie sinnvoll - wichtig ist vor allem die Zahl der Stellen des Ergebnisses. Versuchen Sie, unbekannte Grössen abzuschätzen. Im Nachhinein kann versucht werden, einige Dinge per Internet zu recherchieren.

a) Wie viel essen die Londoner pro Tag? Wie viele Tonnen Lebensmittel müssen pro Tag in die Stadt gebracht werden, wie viele Lastwagen sind das?

b) Wie viel Wasser wird in London pro Tag verbraucht?

c) Wie viele Menschen sterben, wie viele werden jeden Tag geboren?

d) Wie viele Ärztinnen und Ärzte hat es in London, wie viele Lehrpersonen?

e) Welche dieser Zahlen sind für Sie überraschend hoch, welche überraschend niedrig?

f) Was möchten Sie sonst noch berechnen?

Überlegen Sie sich nun,wie Sie beim Berechnen mit der Zahl der Stellen der benötigten Zahlen umgegangen sind. Wie lässt sich die Stellenzahl des Ergebnisses schnell bestimmen? Formulieren Sie eine Erklärung.

Auftrag 2.2: Bevölkerungsdichten

Berechnen Sie zügig überschlagsmässig die folgenden Bevölkerungsdichten (in Menschen pro Quadratkilometer), ohne Taschenrechner.

	Einwohner in Millionen	Fläche in km^2
Schweiz (2014)	8.2	41285
Italien (2013)	60.8	301338
Schweizer Mittelland	ca. 5	ca. 14000
Ruhrgebiet in Deutschland (2011)	5.2	4435
Istanbul (2014)	14.4	5461
Teheran (2006)	7.7	717

Alle Angaben von Wikipedia.
Zusatzfrage: Wie viele Menschen leben in Teheran pro Quadratmeter?

Auch hier sehen Sie wieder, dass sich die Anzahl Stellen vor allem durch Addition und Subtraktion ergibt, je nachdem ob sie multiplizieren oder dividieren. Dies funktioniert auch für sehr kleine Zahlen. Die nächste Tabelle macht deutlich, warum die Anzahl der Stellen bei kleinen Zahlen negativ gezählt werden muss. Die Zahl 0.001 hat also -3 Stellen.

Zahl	10000 $\xrightarrow{:10}$	1000 $\xrightarrow{:10}$	100 $\xrightarrow{:10}$	10 $\xrightarrow{:10}$	1 $\xrightarrow{:10}$	0.1 $\xrightarrow{:10}$	0.01 $\xrightarrow{:10}$	0.001
Zehnerpotenzen	4	3	2	1	0	-1	-2	-3
Potenzschreibweise	10^4	10^3	10^2	10^1	10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}

Diese Methode, Zehnerpotenzen zu beschreiben werden Sie in Physik und Chemie benötigen, beispielsweise lautet die Avogadro-Konstante $6.02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$. Dies wird nun noch einmal genauer betrachtet.

2.2 Theorie: Wissenschaftliche Schreibweise

Wenn sehr grosse Zahlen, wie z.B. die Masse der Erde, auf „normale Art“ dargestellt werden, ist das Resultat nicht sehr übersichtlich:
$M = 5970000000000000000000000$ kg
Kleine Tausenderstriche helfen etwas: $M = 5\,970\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000$ kg
Tonnen helfen nur wenig: $M = 5\,970\,000\,000\,000\,000\,000\,000$ t
In der Wissenschaft hat sich deshalb die Zehnerpotenzschreibweise durchgesetzt. Dabei wird ausgenutzt,

dass zum Beispiel 10^4 eine 1 mit 4 Nullen ist. Die Nullen können so von den anderen Ziffern abgetrennt werden. Zum Beispiel:
$M = 5.97 \times 10^{24}$ kg

Eine Zahl in wissenschaftlicher Schreibweise hat eine Ziffer vor dem Komma (hier die 5) und eine Anzahl Ziffern nach dem Komma (hier die 9 und die 7). Die totale Anzahl Ziffern (hier 3) ist die „Anzahl signifikante Ziffern“. Zahlen werden so gerundet, dass die Anzahl signifikanter Ziffern der Genauigkeit entspricht, mit der die Zahl bekannt ist, beziehungsweise für die Aufgabe sinnvoll ist.

Beispiel 2.1

Erdbevölkerung = $7.47 \cdot 10^9$ Menschen (Stand Ende 2016, Wikipedia)
Diese Zahl wird mit nur 2 signifikanten Ziffern angegeben, da niemand die Zahl der Menschen genauer kennt.
Lichtgeschwindigkeit im Vakuum = $2.99792458 \cdot 10^8$ m/s
Diese wichtige physikalische Konstante ist auf 9 signifikante Stellen bekannt!
Auch für besonders kleine Zahlen ist die wissenschaftliche Schreibweise praktisch. Die Masse eines Elektrons ist $9.109\,383\,561\,1 \times 10^{-31}$ kg.

Die -31 markiert die Anzahl der Nullen vor der ersten anderen Ziffer. Die Null vor dem Komma wird mit gezählt:

10^{-31} bedeutet $0.000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,1$, also $\frac{1}{10^{31}}$.

Eigentlich wären noch mehr signifikante Stellen bekannt, aber die sind uns hier nicht wichtig.

Beispiel 2.2

$3.2 \cdot 10^{-3} = 0.0032$ (das Komma wird um 3 Stellen verschoben, also entstehen 2 Nullen nach dem Komma)
Zahlen wie $65.2 \cdot 10^{-6}$ lassen sich umschreiben zu $6.52 \cdot 10^{-5}$ (Die Zahl vor dem Komma wird 10mal kleiner gemacht, die Zehnerpotenz um eins grösser, das Produkt bleibt gleich).

Definition 2.1

In der *wissenschaftlichen Schreibweise* werden Zahlen in der Form $a \cdot 10^k$ angegeben.
Die Kommazahl a wird als *Mantisse* bezeichnet, die Hochzahl k heisst Exponent.
$1 \leq a < 10$
Ein positiver Exponent nach der 10 gibt an, wie viele Stellen die Zahl vor dem Komma hat.
Ist der Exponent negativ, so gibt er an, wie viele Nullen die Zahl vor der ersten anderen Ziffer hat.

Bemerkung: Der Exponent entspricht nicht genau der Zahl der Stellen: 32 hat zwei Stellen, und wird als $3.2 \cdot 10^1$ geschrieben. In den Ingenieurswissenschaften hat sich eine andere Schreibweise durchgesetzt, mit einer Null vor dem Komma, also $32 = 0.32 \cdot 10^2$. Damit entspricht der Exponent der Zahl der Stellen. In diesem Kapitel wird aber die wissenschaftliche Schreibweise ohne Null vor dem Komma genutzt.

Eine andere Methode, um grosse oder kleine Zahlen übersichtlich darzustellen, ist die Verwendung von Abkürzungen wie k für kilo (gemeint ist ein Faktor 1000). Die folgenden Tabellen zeigen dies:

2.2.1 Grosse Zahlen

	Ausgeschrieben	Abkürzung	Name	deutsch	englisch
10^2	100	h	Hekto		
10^3	1000	k	Kilo		
10^6	1 000 000	M	Mega	Million	million
10^9	1 000 000 000	G	Giga	Milliarde	billion
10^{12}	1 000 000 000 000	T	Tera	Billion	trillion
10^{15}				Billiarde	

Der Unterschied in den Bezeichnungen auf deutsch und englisch ist ein häufiger Grund für Übersetzungsfehler, beispielsweise in Zeitungen. Ein «billionaire»ist ein Milliardär.

2.2.2 Kleine Zahlen

	Ausgeschrieben	Abkürzung	Name	deutsch
10^{-1}	0.1	d	dezi	1 zehntel
10^{-2}	0.01	c	centi	1 hundertstel
10^{-3}	0.001	m	milli	1 tausendstel
10^{-6}	0.000 001	μ	mikro	1 millionstel
10^{-9}	0.000 000 001	n	nano	1 milliardstel
10^{-12}	0.000 000 000 001	p	pico	1 billionstel
10^{-15}				

2.2.3 Taschenrechner

Für die Zehnerpotenzschreibweise gibt es bei den meisten Taschenrechnern eine spezielle Taste, die $\boxed{\text{EE}}$ Taste.

Beispiel 2.3

Zahl	Eingabe	Anzeige
$6.3 \cdot 10^5$	6.3 $\boxed{\text{EE}}$ 5	$\boxed{6.3\ \ ^{5}}$ oder $\boxed{\text{6.3E5}}$
$8.25 \cdot 10^{-6}$	8.25 $\boxed{\text{EE}}$ 6 $\boxed{\text{+-}}$	$\boxed{8.2\ \ ^{-6}}$ oder $\boxed{\text{8.2E-6}}$

Das erste Beispiel liesse sich auch mit 6.3 $\boxed{\times}$ 10 $\boxed{\wedge}$ 5 eingeben, aber das ist umständlicher.

Beachten Sie, dass Bei der Taschenrechnerdarstellung Vorsicht geboten ist: $\boxed{6.3\ \ ^{5}}$ bedeutet nicht 6.3^5.

2.3 Aufgaben: Wissenschaftliche Schreibweise

2.3.1 Zahldarstellung

1. Schreiben Sie in wissenschaftlicher Schreibweise

a) Fläche Europas: 9980000 km^2

b) Entfernung Erde Sonne: 150 Millionen km (in m)

c) Alter des Weltalls: 13 Milliarden Jahre (in Jahren und sec)

d) Durchmesser eines roten Blutkörperchens 0.0007 cm (in m)

e) Durchmesser eines Herpesvirus 180 nm (in m)

f) Durchmesser eines Zuckermoleküls 0.0000000007 m

2. Schreiben Sie in Dezimaldarstellung

a) Leistung eines Kraftwerks 1.2GW (Gigawatt) in Watt

b) Länge der Erdbahn $9.4 \cdot 10^8$ km in m

c) Grösse einer Harddisk 80 GBytes in Bytes

d) Masse eines Protons $1.67 \cdot 10^{-27}$ kg in mg

3. Drücken Sie die Grösse in der angegebenen Einheit in wissenschaftlicher Schreibweise und in Dezimaldarstellung aus.

a) **Beispiel:** 3.4 mm in m
Lösung: $3.4 \cdot 10^{-3}$ m und 0.0034 m

b) 32 mm in m sind $3.2 \cdot 10^{-2}$ m

c) 532 mm in cm sind $5.32 \cdot 10^1$ cm

d) 0.3 cm in µm

e) 0.51 µm in nm

f) 3.4 min in s

g) 365 Tage in s

h) 323 123 ms in s

i) 34 mm in m

4. Schreiben Sie in wissenschaftlicher Schreibweise.

a) 276 000

b) 3 100 000 000

c) 4 417 000

d) 5 170 000

e) 30 000

f) 27 000 000 000

5. Schreiben Sie in Normalschreibweise.

a) $5.13 \cdot 10^{7}$ b) $4 \cdot 10^{8}$ c) $6.8 \cdot 10^{3}$

d) $8.172 \cdot 10^{5}$ e) $1.926 \cdot 10^{6}$ f) $2.08 \cdot 10^{6}$

6. Schreiben Sie in wissenschaftlicher Schreibweise.

a) 0.00047 b) 0.000 000 000 000 460 38 c) 0.000 000 813

d) 0.000 006 000 041 8

7. Schreiben Sie ausführlich. Sie müssen insgesamt 31 Nullen schreiben.

a) $4.16 \cdot 10^{-8}$ b) $9.813 \cdot 10^{-7}$ c) $3.2 \cdot 10^{-5}$

d) $4 \cdot 10^{-11}$

2.3.2 Rechnen mit wissenschaftlicher Schreibweise

8. Zu jeder Aufgabe gehört ein Ergebnis aus dem Ergebnisvorrat. Die Ergebnisse sind auf drei geltende Ziffern gerundet.
Finden Sie das Ergebnis durch Überschlag und notieren Sie den Buchstaben wie im Beispiel: $4.2 \cdot 10^{5} \cdot 5.3 \cdot 10^{7}$ wird berechnet mit
$4 \cdot 10^{5} \cdot 5 \cdot 10^{7} = 4 \cdot 5 \cdot 10^{12} = 2 \cdot 10^{13}$ und das ist der Buchstabe E

a) $3.9 \cdot 10^{4} \cdot 8.1 \cdot 10^{6}$ b) $7.22 \cdot 10^{8} \cdot 5.9 \cdot 10^{4}$ c) $1.6 \cdot 10^{3} \cdot 1.14 \cdot 10^{7}$

d) $4.34 \cdot 10^{15} : (3.96 \cdot 10^{3})$ e) $9.3 \cdot 10^{18} : (2.15 \cdot 10^{6})$ f) $3.06 \cdot 10^{17} : (5.93 \cdot 10^{2})$

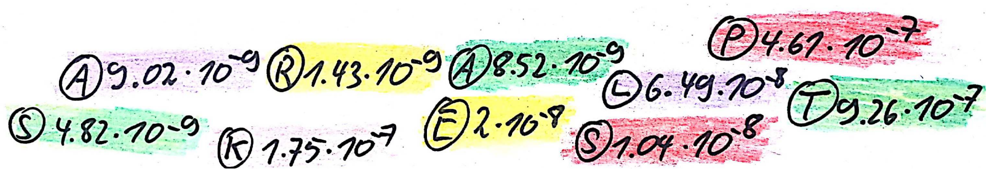
g) $9.16 \cdot 10^{20} : (2.13 \cdot 10^{8})$

N $5.16 \cdot 10^{14}$ E $2.23 \cdot 10^{13}$ P $4.26 \cdot 10^{13}$ T $4.30 \cdot 10^{12}$
A $7.16 \cdot 10^{13}$ O $1.82 \cdot 10^{10}$ Y $1.06 \cdot 10^{13}$
M $1.10 \cdot 10^{12}$
E $7.39 \cdot 10^{14}$ R $8.04 \cdot 10^{12}$ X $3.16 \cdot 10^{11}$

9. Unten sind die Ergebnisse der Aufgaben auf 3 geltende Ziffern gerundet und einige Überzählige „Ergebnisse". Sie sollen aber nicht genau rechnen, sondern nur mit einem Überschlag das Ergebnis finden; notieren Sie den zugehörigen Buchstaben.

a) $3.8 \cdot 10^{-3} \cdot 4.6 \cdot 10^{-5}$ b) $5.9 \cdot 10^{-14} \cdot 1.1 \cdot 10^{6}$ c) $2.2 \cdot 10^{15} \cdot 4.1 \cdot 10^{-24}$

d) $2.7 \cdot 10^{5} : (5.6 \cdot 10^{13})$ e) $8.2 \cdot 10^{-7} : (7.9 \cdot 10^{1})$ f) $3.2 \cdot 10^{-18} : (1.6 \cdot 10^{-10})$



Sie sehen wieder, dass es es bei Multiplikationen und Divisionen wichtig ist, die Potenzen zu addieren bzw. subtrahieren.

10. Stellen Sie das Ergebnis in wissenschaftlicher Schreibweise dar.

a) $2.65 \times 10^{-7} + 3 \times 10^{-8}$

b) $-1.522 \times 10^{-3} + 1$

c) $1.2 \times 10^{-8} : (2 \times 10^{-6})$

d) $7.5 \times 10^{5} : (1.5 \times 10^{-11})$

11. Berechnen Sie

a) $2.1 \cdot 10^{3} \cdot 2 \cdot 10^{-5}$

b) $3 \cdot 10^{6} : (6 \cdot 10^{4})$

c) $1.5 \cdot 10^{-3} + 1.74 \cdot 10^{-2}$

d) $2.1 \cdot 10^{5} \cdot 2 \cdot 10^{-4}$

e) $2.1 \cdot 10^{3} : (5 \cdot 10^{1})$

f) $3.8 \cdot 10^{-4} + 5.24 \cdot 10^{-6}$

2.4 Vertiefungen und Exkurse

2.4.1 Exkurs: Stützpunktvorstellungen

Auftrag 2.3: Länge

Was ist eigentlich wie gross?

a) Fertigen Sie eine Tabelle an mit dem folgenden Inhalt: Für jede Länge zwischen 0.1 mm und 100 000 km einen typischen Vertreter. Beispielsweise ist Papier etwa 0.1 mm dick. Was ist etwa 1 mm gross? Und so weiter?

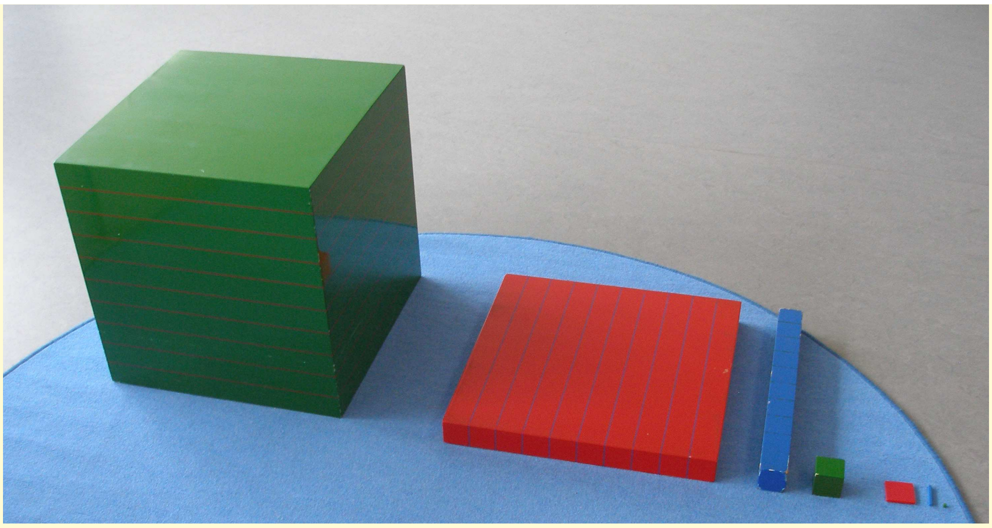
b) Fertigen Sie eine Liste typischer Geschwindigkeiten an.

c) Fertigen Sie eine Liste typischer Volumina an.

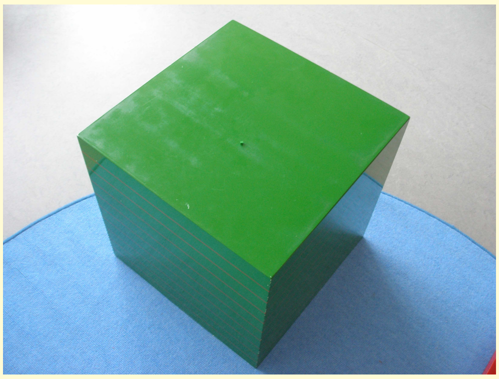
2.4.2 Vertiefung: Fläche und Volumen

Auftrag 2.4: Umrechnungen

Das Bild zeigt einen Würfel mit Seitenlänge 1, und Würfel, Stangen und Platten, die jeweils 10 Mal so gross werden.



Die nächsten beiden Bilder zeigen 1 und 1 Millionen im Vergleich.
(Es handelt sich um Aufnahmen von Montessori-Materialien)

Erstellen Sie Tabellen so gut, dass Sie diese auf einem Extrablatt an eine Prüfung mitnehmen könnten. Zur Hilfe können Sie Google nehmen: im Suchfenster Einheitenumrechner eingeben.

a) Erstellen Sie eine Tabelle, in der Sie Längenumrechnungen darstellen

b) Erstellen Sie eine, in der Sie Flächenumrechnungen darstellen

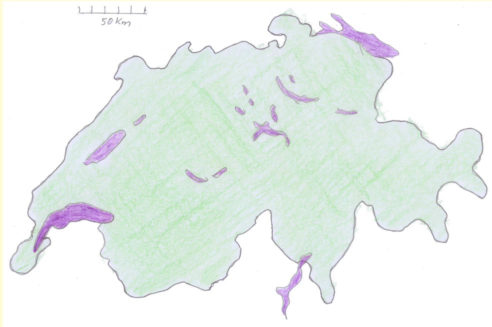
c) Erstellen Sie eine, in der Sie Volumenumrechnungen darstellen

d) Zeigen Sie jeweils auf, nach welcher Regelmässigkeit die Umrechnung stattfindet. Zum Beispiel $\cdot 100$.

e) Ergänzen Sie die Volumenumrechnungen so, dass sowohl Umrechnungen in Litern als auch in Kubikmetern, und Bruchteilen davon vorkommen.

Auftrag 2.5: Genfer See

Diese Fermifragen sollten Sie zunächst durch Schätzen einiger Grössen und Berechnungen ohne Taschenrechner lösen. Dann lässt sich das Internet für Recherchen einsetzen.
Achten Sie insbesondere auf die korrekte Umrechnung der Flächen- und Volumeneinheiten.
Übrigens Der Genfer See hat eine Fläche von 580 km^2 und ist durchschnittlich 153 m tief.



a) Wie viel Platz hätte jeder Bewohner der Schweiz, wenn er auf dem zugefrorenen See stehen würde? (Zusatzfragen: passen alle Menschen der Welt auf den Genfer See? Um wie viel würde der Seespiegel ansteigen, wenn alle Menschen der Welt im See baden würden?)

b) Welches Volumen hat der Aushub des neuen Gotthardeisenbahntunnels im Vergleich zum Volumen des Genfer Sees?

c) Wie lange würde das Wasservolumen des Genfer Sees zur Wasserversorgung der Schweizer Bevölkerung reichen?

d) Wie viel Niederschlag fällt jährlich über der Schweiz? Setzen Sie dies ins Verhältnis zum Volumen des Genfer Sees und zum Wasserbedarf der Schweiz.

2.4.3 Vertiefung: Rechnen und Runden

Im Alltag geht es oft eher um Überschlagsrechnungen. Grosse Genauigkeit ist eher überflüssig. Wenn an einer Party für 7 Leute je 0.7 Liter Wasser kalkuliert werden, so werden wohl 5 l eingekauft werden, und nicht 4.9 Liter. Die Genauigkeit ist also eine «geltende Stelle». Beispielsweise haben die folgenden Zahlen eine geltende Stelle: 0.02, 40, 0.0006, 5000. Die Zahl 3700 dürften Sie also auf 4000 runden.[1]

Auch in Situationen, die nicht zum Alltag gehören, reichen oft Überschlagsrechnungen. Bei grossen Zahlen kommt es vor allem auf die Grössenordnung an. Also werden vor allem die Exponenten in der wissenschaftlichen Schreibweise addiert bzw. subtrahiert. Wir steigen mit einem aufwändigen Beispiel ein. Es geht darum wie schnell das Wasser in einem grossen See eigentlich ausgetauscht wird. Leicht umformuliert: wie lange dauert es eigentlich, bis sich der Seespiegel um einen Meter erhöht, wenn der Abfluss verstopft ist?

Beispiel 2.4

Der Bodensee hat eine Fläche von 530 km^2. Der Rhein sorgt für einen Zufluss von 260 m^3 pro Sekunde.

Wie viele Sekunden würde es dauern, den Wasserspiegel des Bodensees durch den Rheinzufluss um einen Meter ansteigen zu lassen, wenn alle anderen Zuflüsse und alle Abflüsse verstopft wären?

Lösung: Wir rechnen zunächst die Fläche in Quadratmeter um, um nicht mit verschiedenen Grössen

[1] In den Naturwissenschaften wird es etwas anders gehandhabt. Es gilt die Richtlinie, dass ein Ergebnis nie mehr geltende Stellen haben soll, als die Ausgangszahlen der Rechnung. Damit wird $49 \cdot 24 \simeq 1200$.

rechnen zu müssen: $5.3 \times 10^2\,\mathrm{km}^2$ entsprechen $5.3 \times 10^8\,\mathrm{m}^2$, denn der Faktor 10^3 zwischen 1 m und 1 km wird zu 10^6 bei der Fläche.

Es müssen also $5.3 \times 10^8\,\mathrm{m}^3$ zufliessen. Anders gesagt: der Zufluss pro Sekunde, der durch den Rhein erfolgt, multipliziert mit der Zeit, muss $5.3 \times 10^8\,\mathrm{m}^3$ ergeben. Die Zeit in Sekunden ergibt sich also durch $(5.3 \times 10^8) : (2.6 \times 10^2) \cong 2 \times 10^6$

Damit ist die Aufgabe gelöst, die Einheit gefällt aber noch nicht. Wir teilen durch 60, erhalten Minuten, durch 60 erhalten Stunden, durch 24 erhalten Tage. Es ergeben sich, mit Taschenrechner, etwa 23 Tage.

Die folgenden Aufgaben können ohne Taschenrechner gelöst werden. Die vorkommenden Exponenten müssen ja nur addiert bzw. subtrahiert werden. Eine Kontrolle mit Taschenrechner ist aber sinnvoll. Bestimmen Sie jeweils das Ergebnis auf eine geltende Stelle genau.

12. ($*$) Wie viele Sekunden hat ein Jahr?

13. ($*$) Wie viele Blutkörperchen enthalten 6 Liter Blut eines Menschen, wenn $1\,\mathrm{mm}^3$ durchschnittlich 5 Millionen enthält?

14. ($*$) 12 g Kohlenstoff enthalten $6.02 \cdot 10^{23}$ Teilchen. Wie viele Teilchen enthält 1kg Kohlenstoff?

15. ($*$) $3\,\mathrm{cm}^3$ Wasser enthalten 10^{23} Teilchen. Wieviele Teilchen sind in einem Liter Wasser enthalten?

16. In London leben auf $1572\,\mathrm{km}^2$ Fläche 8.42 Millionen Einwohner. Wie viele Quadratmeter Platz hat jeder Einwohner im Durchschnitt?

17. Die Sonne ist ca. $1.5 \times 10^8\,\mathrm{km}$ von der Erde entfernt: das Licht ist ca. $c = 3 \times 10^5\,\mathrm{km\,s^{-1}}$ schnell.

a) Wie lange ist das Licht von der Sonne zur Erde unterwegs?

b) Wie lange braucht ein mit $100\,\mathrm{km\,h^{-1}}$ fahrender Zug für diese Strecke? (Mit Taschenrechner)

18. In der folgenden Tabelle befinden sich die Massen einiger Planeten in kg. Die Zahlen in dieser Aufgabe sind so gewählt, dass Sie ohne Taschenrechner auskommen können.

Merkur	Venus	Erde	Mars	Jupiter
$3.3 \cdot 10^{23}$	$4.8 \cdot 10^{24}$	$6.0 \cdot 10^{24}$	$6.4 \cdot 10^{23}$	$1.8 \cdot 10^{27}$

a) Welcher Planet ist vom Gewicht her am erdähnlichsten?

b) Berechnen Sie das Gesamtgewicht der vier inneren Planeten Merkur, Venus, Erde und Mars.

c) Um welchen Faktor ist das Gewicht des Jupiters grösser als das der Erde?

19. ($*$) Eine Ölschicht auf ruhendem Wasser ist ca 10^{-8} m dick. Welche Fläche kann ein Liter Öl bedecken?

20. ($*$) Der grosse Aletschgletscher hat eine Fläche von 81.7 km^2 und ein Volumen von 15.4 km^3. Wie viele Meter hoch liegt das Eis durchschnittlich?

21. ($*$) Der Rhein hat unter der mittleren Brücke einen Durchfluss von 1200 Kubikmeter Wasser pro Sekunde.

Ein Wassserhahn füllt einen 10 Liter Eimer in zwei Minuten.

Wie viele solche Wasserhähne braucht es, um den gleichen Durchfluss zu erreichen, wie ihn der Rhein unter der mittleren Brücke hat?

2.4.4 Exkurs: Dosierung von Medikamenten

Die Einschätzung kleiner Volumina fällt uns schwer. Oder können Sie gut einschätzen, welches Volumen in Litern ein Wassertropfen hat? Es folgen einige Rechnungen im Zusammenhang mit Medikamenten.

Konzentrationen werden oft als Massenkonzentration in g/l angegeben. Eine 100%ige Lösung würde dann 1000 g l^{-1} enthalten, eine 5%ige Kochsalzlösung enthält mithin 50g *NaCl* pro Liter.
(Denkbar ist auch die Volumenkonzentration, angegeben in Vol%. Dies ist bei Alkoholika üblich. Eine Spirituose mit 40Vol% Alkohol enthält 400 ml Ethanol pro Liter Flüssigkeit.)

22. Konzentrationen

a) Einer Person wird 30 Minuten lang eine Infusion mit 40%iger Glucose-Lösung DeltaSelect© verabreicht. Die Infusionsgeschwindigkeit beträgt 20 ml h^{-1}. Wie viel Glucose erhält die Person?

b) Eine Person soll 40 g Glucose verabreicht bekommen. Wie lange muss eine Infusion mit 20%iger DeltaSelect© angelegt werden, wenn der Durchfluss 80 ml pro Stunde beträgt?

23. In der Pflege wird gerechnet, dass zwanzig Tropfen einer Infusion einem Milliliter entsprechen. Einem Patienten wird innerhalb einer Stunde eine Infusion mit 500 ml Glucose 5% verabreicht.

a) Wie viele Tropfen sind dies pro Minute?

b) Wie viele ml entspricht das pro Minute

c) Wie viel mg Glucose entspricht dies pro Minute?

Lösungsverzeichnis