

**S. XXII und 499 (Überschrift):**

anstelle von „Luftspurenstoffe und Luftreinigung“ muss es heißen:  
Luftspurenstoffe und Luftreinhalung

**S. 9, Kap. 1.0 (Historische Untersuchungen zur Luft), ab 7. Zeile**

anstelle

„*Phytogoras* (etwa 582-497 v. Chr.) war der erste Mensch, der die Erde als Kugel annahm. *Anaximenes* (genaue Lebensdaten unbekannt, lebte im 6. Jh. v. Chr. und war Schüler von *Anaximander*, etwa 611-546 v. Chr., beide als Schüler von *Phytogoras* auch als *Phytogoreer* bezeichnet) hat hingegen Luft als primäres Element (Urstoff oder Wurzel) gekennzeichnet, die zu schwereren Materialien, wie Wasser kondensiert oder sich „verdünnt“ zu Feuer.“

muss es heißen:

„*Pythagoras* (etwa 540-500 v. Chr.) war wohl der erste Mensch, der die Erde als Kugel annahm, jedoch lediglich basierend auf symmetrisch-ästhetischen Überlegungen. *Parmenides* aus Elea (etwa 540-480 v. Chr.) begründete die Kugelgestalt der Erde dann aus Beobachtungen von sich bewegenden Schiffen auf dem Meer. Er war Schüler von *Xenophanes* (aus Kolophon, etwa 570-480 v. Chr.), der Begründer der eleatischen Philosophie. *Xenophanes* wiederum war Schüler des *Anaximander* (aus Milet, etwa 611-546 v. Chr.). Mit *Anaximander*, einem Schüler von *Thales*, und *Anaximenes* (aus Milet, etwa 585-528 v. Chr.) schließt sich der Kreis der vorsokratischen Philosophen. *Anaximenes* hat im Gegensatz zu *Thales* Luft als primäres Element (Urstoff oder Wurzel) gekennzeichnet, welche sich in Abhängigkeit von ihrer Dichte verändert; sie „verdünnt“ sich zu Feuer, welches weiter zu Wind kondensiert und bei noch weiterer Kondensation (Verdichtung) Wolken bildet, aus denen Wasser entsteht und dann Erde und schließlich Steine. Das war wohl der erste menschliche Gedanke, dass die Materie sich im Kreislauf befindet, wobei „Verdünnung“ und „Verdichtung“ die Antriebsprozesse darstellen.“

**S. 9, 4. Zeile von unten:** anstelle von „...“, die „De Meteorologica (der Regenbogen)...“

muss es heißen:

..., die „meteorologica“<sup>1</sup> (das griechische Wort μετέωρος wurde bereits wesentlich früher benutzt - etwa 600 Jahre v. Chr. - und bedeutet<sup>2</sup> „in die Höhe heben“)..

**S. 15, Tab. 1.3:** bei den Spalten der Konzentrationen sind die Köpfe vertauscht:

$x(v)_i$  in ppb  $\longleftrightarrow$   $c(m)_i$  (in  $\mu\text{g m}^{-3}$ )

<sup>1</sup> Aristoteles. Meteorologia. Eleganti Iacobi Fabri Stapulensis Paraphrasi explanata. Commentarioque Ioannis Coclaei Norici declarata ad foelices in philosophiae studiis successus calcographiae iamprimum demandata. Nürnberg, F. Peypus, 1512. Erste Ausgabe in Deutschland durch den großen französischen Humanisten *Jacques Lefevre d'Estaples*. Es enthält drei Kapitel über Geophysik, Astronomie, Hydrologie und Klimatologie. Bis zum ausgehenden Mittelalter verblieb es über 2000 Jahre die Grundanschauung zur Natur.

<sup>2</sup> μετέωρολογία [metéorologia] bedeutet nach *Benselers* Gr.-Dt. Schulwörterbuch (Leipzig und Berlin 1911) die „Lehre von überirdischen, himmlischen Dingen“, aber auch „erhabenes Gerede“, der „philosophische Schwindel“.

**S. 15, 13. Zeile v.u.:**  $\mu\text{g g}^{-1}$  anstelle  $\mu\text{m g}^{-1}$

**S. 16, Fußnote 18:**  $1\text{ kg dm}^{-1}$  anstelle  $1\text{ kg m}^{-1}$

**S. 17, in Tab. 1.4:** Brimblecombe (1996) anstelle Brimblecombe (1998)

**S. 27, Tab. 1.9: Konzentrationsangabe;** anstelle  $\text{N}_2\text{O}$  (ppt) muss es heißen:  $\text{N}_2\text{O}$  (ppb)

**S. 17, in Tab. 1.8:** Butcher u.a. (1992) anstelle Butcher u.a. (1994)

**S. 38, Zeile 1 v.o.:** Möller (1996) anstelle (Möller 1995)

**S. 51, Zeilen 3-8 v.u.:** anstelle „Man könnte daher schlussfolgern, dass die potenzielle Bodenstaubemission in der Größenordnung von  $10^{10}\text{ Tg a}^{-1}$  liegt, wovon der größte Teil sich aber in einem bodennahen Kreislauf (Verwitterung - Emission - Ablagerung - Flussablauf) befindet ...“ soll es heißen:

„Man könnte daher schlussfolgern, dass die potenzielle Bodenstaubemission in der Größenordnung von  $10^5\text{ Tg}\cdot\text{a}^{-1}$  liegt, wovon der größte Teil sich aber in einem bodennahen Kreislauf (Verwitterung - Emission - Ablagerung - Reemission) befindet...“

**S. 58, Tab. 1.22:** Berresheim u. Jaeschke (1983) anstelle Berresheim (1983)  
Cadle (1973) anstelle Cadle (1975)

**S. 68, Zeile 12 v.o.:** anstelle (Guderian, 1977): (Guderian, 1977; Guderian und Braun, 1995)

**S. 73, Zeile 1 v.o.:** (Bayerl, 2000) anstelle (Bayert, 2000)

**S. 77, Zeile 6 v.u.:** Brimblecombe (1966) anstelle Brimblecombe (1962)

**S. 83, Tab. 1.37:** Dimension ( $\text{t km}^{-2}$ ) anstelle von ( $\text{kg km}^{-1}$ )

**S. 84, Tab. 1.40:** (*Dimensionen im Kopf weglassen*)

Kfz-Bestand in Deutschland (vor 1990 DDR und BRD) und Kraftstoffverbrauch, nach Statistisches Bundesamt (2001)

**S. 91, 22. Zeile von unten:** streichen: (Tab. 1.48)

**S. 93, Abb. 1.18:** anstelle NPP (1 TW) muss es heißen: NPP (20 TW)

**S. 104, Tab. 1.58:** Zeile „Europa“ streichen, alle Nullen streichen

**S. 135, letzte Zeile:** anstelle von  $-(\partial Q/\partial t)$  und  $(\partial H/\partial t)$  muss es heißen:  $-(\partial W/\partial z)$  und  $(\partial Q/\partial z)$

**S. 152, Kap. 2.2.4:** bei allen Angaben zur NPP muss anstelle von „Tg“ die Einheit „Pg“ verwendet werden.

Anstelle von „Die darin gespeicherte Energie beträgt lediglich etwa 1 TW...“

muss es heißen: „Die darin gespeicherte Energie beträgt etwa 20 TW...“

Anstelle von „...den Energiebedarf der Menschheit nicht decken können, zumal nicht einmal eine ausreichende Ernährung der Weltbevölkerung erreicht werden kann.“ soll es heißen:

„...den Energiebedarf der Menschheit nicht decken können, zumal berücksichtigt werden muss, dass nur etwa 10% der globalen NPP „nutzbare“ Biomasse (Holz und Pflanzen) sind (also 2 TW), wovon zur Deckung der globalen Ernährung (2500 Kcal/Kopf) etwa 1 TW nötig sind.“

**S. 155, 14. Zeile von oben:** Anstelle „... sie folgt der Richtung des Druckgradienten:“ muss es heißen: „... sie folgt entgegen der Richtung des Druckgradienten:“

**S. 162, Gl. (2.65):** anstelle  $kt$  muss es heißen:  $kT$

**S. 164, Gl. (2.72):** anstelle  $kt$  muss es heißen:  $kT$

**S. 179, 4. Zeile von unten:**  $\geq$  austauschen gegen  $>$

**S. 179, 2. Zeile von unten folgende Ergänzung:** ... Prozesse (wegen der aus den Definitionen folgenden Bedingungen  $dF < dU$  und  $dG < dH$ ):

**S. 179, letzte Zeile:** anstelle von  $\Delta G_{T,p} \leq 0$  muss es heißen:  $dG_{T,p} < 0$ .

**S. 179, letzte Zeile von unten:**  $\leq$  austauschen gegen  $<$

**S. 180, 3. bis 6. Zeile von oben:** Der Satz „*Ein allgemeines Kriterium für die „Freiwilligkeit“ des Prozesses ist jedoch das Bestreben, ein Maximum aus der Summe der Entropieänderung des Systems ( $dS$ ) und der Umgebung ( $-dU/dT$ ) zu erreichen, d.h. eine niedrigere Gesamtentropie anzustreben.*“ wird ersatzlos gestrichen.

**S. 185, Tab. 2.15:**

Im Tabellenkopf muss es anstelle „hPa“ heißen: „Pa“

**S. 264:** Letzte Zeile in Tab. 3.2 muss ersetzt werden durch:  
„2,00 durchgängig städtische Prägung (111)“

**S. 270:** 7. Zeile von unten: anstelle von  $St \square 1$  muss es heißen: „ $St \leq 1$ “

**S. 280:** 11. Zeile von unten: anstelle von Abb. 2.21 muss es heißen: „Abb. 2.22“

**S. 289:** die Exponenten der angegebene OH-Konzentrationen müssen anstelle  $10^6$  richtigerweise  $10^5$  lauten.

**S. 289, Gl. (4.9), anstelle  $k_{4,9}$  muss es  $k_{4,11}$  heißen, also:**

$$[\text{HO}_2] = \sqrt{\frac{k_{4.5}}{k_{4.11}} [\text{H}_2\text{O}] \cdot [\text{O}(^1\text{D})]} = \sqrt{\frac{j_{4.2} [\text{O}_3]}{k_{4.11} \left(1 + \frac{k_{4.4}}{k_{4.5} [\text{H}_2\text{O}]}\right)}}$$

**S. 326 (Fussnote 21):**

Anstelle „Gilbert Newston Lewis (1975-1946)“ muss es heißen: Gilbert Newton Lewis (1875-1946)

**S. 434 (Fussnote 8):**

1 DU (*Dobson unit*) entspricht der Menge reinen Ozons, die 0,01 mm Schichthöhe über 1 m<sup>2</sup> einnimmt unter Standardbedingungen (273 K, 1 bar), d.h. 0,01 l pro atmosphärischer Säule mit einer Grundfläche 1 m<sup>2</sup>. Anstelle des exakten Begriffes Säulenkonzentration wird auch die Bezeichnung Gesamtozon (total ozone) verwendet. G.M.B. Dobson (1849-1976) Meteorologe in Oxford, Ozonforschung seit 1920

**S. 557, Zeilen 4 und 7 v.o.:** Meyer (1977) anstelle Meyer (1970)

**S. 570, 8. Zeile von unten :** anstelle Reduktion zu NO muss es heißen: ... N<sub>2</sub>

**S. 576, Fußnote 74:** (D'Ans, 1943) anstelle (D'Ans, 1948)

**S. 591, 9. Zeile von oben:** anstelle (8 ± ppb) muss es heißen (8 ± 2 ppb)

**S. 594, Abb. 735:** anstelle von 1400 m muss es heißen 14000 m

**S. 579, Tab. 7.27:** Strogies und Kallweit (1996) anstelle Kallweit (1995)

**S. 597, 2. Zeile von unten:** anstelle Tab. 7.31 muss es heißen Tab. 4.13

**Literatur: es fehlen bzw. sind zu korrigieren:**

- Adams, D. F., S. O. Farwell, E. Robinson, M. R. Pack und W. I., Bamesberger (1981) Biogenic sulfur source strengths. *Env. Sci. Technol.* **15**, 1493-1498
- Andreae, M. O. und W. A. Jaeschke (1992) Exchange of sulphur between Biosphere and Atmosphere over temperate and tropical regions In: Sulphur cycling on the Continents (ed. R. W. Howarth, J. W. B. Stewart, M. V. Ivanov) John Wiley & Sons, Ltd.
- Arndt, H.-W. (2001) Europarecht, C.F. Müller Verlag, Heidelberg, 226 pp.
- Butcher S., R. Charlson, G. Orians und G. Wolfe – Hrsg. (1992) Global Biochemical Cycles. Academic Press. London. 377 pp.
- Cadle, R. D. (1975) Volcanic emissions of halides and sulfur compounds to the troposphere and stratosphere. *J. Geophys. Res.* **80**, 1650-1652
- Eriksson, E. (1963) The yearly circulation of sulfur in nature. *J. Geophys. Res.* **68**, 4001-4008
- Eriksson, E. (1960) The yearly circulation of chloride and sulfur in nature - Meteorological, geochemical and pedological implications, Part 2. *Tellus* **12**, 63-109
- Däßler, H.- G. (1991) Einfluß von Luftverunreinigungen auf die Vegetation. G. Fischer Verlag, Jena, 266 pp. (Erstauflage 1976)
- EUA (2000) Europäische Umweltagentur, Umweltbericht 2000, Kopenhagen
- GEIA (2001) Global emission inventory analysis project (IGAC subproject); s. a. Olivier, J. G. J. , A. F. Bouwman, K. W. Van Der Hoek und J. J. M. Berdowski (1998) Global air emission inventories for anthropogenic sources of NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> and N<sub>2</sub>O in 1990. *Env. Poll.* **102**, 135-148.
- Guenther, A., C. N. Hewitt, D. Erickson, R. Fall, C. Geron, T. Graedel, P. Harley, L. Klinger, M. Lerdau, W. A. McKay, T. Pierce, B. Scholes, R. Steinbrecher, R. Tallamraju, J. Taylor und P. Zimmerman (1995) A global model of natural volatile organic compound emissions. *J. Geophys. Res.* **100**, 8873-8892
- IPCC (1990) Climate Change 1990: Assessment of Climate change – Report of Working Group I (Hrsg. Houghton, J.T., B.A. Callander und S.K. Varney). Cambridge University Press, UK. 365 pp.
- IPCC (1998) The Regional Impacts of Climate Change An Assessment of Vulnerability. A Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg. R. T. Watson, M. C. Zinyowera, R. H. Moss und D. J. Dokken), University Press, Cambridge
- IPCC (2000) Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg. N. Nakicenovic und R. Swart) University Press, Cambridge, 612 pp.
- IPCC (2001) Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg. J. T. Houghton, Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P. J. v. d. Linden, X. Dai, K. Maskell und C. A. Johnson), Cambridge University Press, 881 pp.
- Jaenicke, R. (1988) Aerosol physics and chemistry, numerical data and functional relationships in science and technology., In: *Landolt-Börnstein - Group V. Geophysics (Historical Archive) Volume 4/Subvolume B: Physical and Chemical Properties of the Air*. Springer, Heidelberg
- Malte, P. C. Und D. T Pratt (1974) The Role of Energy-Releasing Kinetics in NO<sub>x</sub> Formation: Fuel-Lean, Jet Stirred CO-Air Combustion. *Combustion Science and Technology* **9**, 221-231
- Meyer, B. (1977) Sulfur, Energy and Environment. Elsevier Sci. Publ. Comp, Amsterdam. 448 pp.
- Misselbrook, T. H., Van der Weerden, T. J., Pain, B. F., Jarvis, S. C., Chambers, B. J., Smith, K. A., Phillips, V. R. Demmers und T. G. M. (2000) Ammonia emission factors for UK agriculture. *Atmos. Environ.* **34**, 871-880
- Möller, D., Graf, D., Graf, M., Heinisch, E., Kostka, S., Lademann, H., Lux, E., Mauersberger, G., Mende, M., Neumann, B., Reineke, S., Schieferdecker, H., Schindler, H., Ullrich, S., Wieprecht, W., Worbs, K. und E. Zilinski (1984) Ausgewählte geökologische Stoffflüsse und Wirkungen als Folge des Braunkohltagbau- und -kraftwerksbetriebes an Beispielen aus dem Bezirk Cottbus. Akademie der Wissenschaften der DDR, Inst. für Geographie und Geoökologie, Berlin (unveröff. Forschungsbericht)
- Peterson, J. T. und Junge, C. E. (1971) Sources of particulate matter in the atmosphere. In: *Man's Impact on the Climate* (Hrsg. Matthews, W. H., Kellogg, W. W., und Robinson, G. D. MIT Press, Cambridge, Mass., pp. 310-320
- Robinson, E. und R. C Robbins (1970) Gaseous nitrogen compound pollutants from urban and natural sources. *APCA J.* **20**, 303-306
- Rudolph, J. und D. H. Ehhalt (1981) Measurements of C2-C5 hydrocarbons over the North Atlantic *J. Geophys. Res.* **86**, 11959-11964
- Strogies, M. und D. Kallweit (1996) Nitrogen emissions in Germany and potential for their reduction. In: *Atmospheric ammonia: Emission deposition and environmental impacts: Poster proceedings* (Hrsg. M. A. Sutton, D. S. Lee, G. J. Dollard u.a) Midlothian, UK: Institute of Terrestrial Ecology, 53-56. u.a.)
- WIR (2001) World Investment Report 2001: Promoting Linkages. Document symbol: UNCTAD/ WIR/2001. 384 pp.

Innenseiten:

Es haben sich einige Fehler in verschiedenen Tabellen eingeschlichen. Hier sind die Tabellen, z.T. neu editiert und geändert:

Physikalische Konstanten (Größe, Symbol, Wert)

Gaskonstante	$R = k N_A$	0,0820578 l atm K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup> 1,98722 cal K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup> 62,364 l Torr K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup> 8,31451 J K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup>
Boltzmann-Konstante	<b>k</b>	1,3807·10 <sup>-23</sup> J K <sup>-1</sup>
Avogadro-Zahl	$N_A$	6,0221·10 <sup>23</sup> mol <sup>-1</sup>
Lichtgeschwindigkeit	<b>c</b>	2,99792·10 <sup>8</sup> m s <sup>-1</sup>
Planck-Konstante	<b>h</b>	6,62608·10 <sup>-34</sup> J s
Stefan-Boltzmann-Konstante	$\sigma$	5,6705·10 <sup>-8</sup> J m <sup>-2</sup> K <sup>-4</sup> s <sup>-1</sup>
Elementarladung	<b>e</b>	1,602177·10 <sup>-19</sup> C
Faraday-Konstante	$F = e N_A$	96486 C mol <sup>-1</sup>
Gravitationskonstante	<b>G</b>	6,67259·10 <sup>-11</sup> N m <sup>2</sup> kg <sup>-2</sup>
Fallbeschleunigung (45° N, NN)	<b>g</b>	9,80665 m s <sup>-2</sup>

Größenordnungssymbole (SI - Präfixe)

Y	yotta	10 <sup>24</sup>	d	deci	10 <sup>-1</sup>
Z	zetta	10 <sup>21</sup>	c	centi	10 <sup>-2</sup>
E	exa	10 <sup>18</sup>	m	milli	10 <sup>-3</sup>
P	peta	10 <sup>15</sup>	$\mu$	micro	10 <sup>-6</sup>
T	tera	10 <sup>12</sup>	n	nano	10 <sup>-9</sup>
G	giga	10 <sup>9</sup>	p	pico	10 <sup>-12</sup>
M	mega	10 <sup>6</sup>	f	femto	10 <sup>-15</sup>
k	kilo	10 <sup>3</sup>	a	atto	10 <sup>-18</sup>
h	hecto	10 <sup>2</sup>	z	zepto	10 <sup>-21</sup>
da	deca	10 <sup>1</sup>	y	yocto	10 <sup>-24</sup>

Einheiten (SI-System – Système International d'unités) : Größe, Name, Symbol

Länge	Meter	m	
Masse	Kilogramm	kg	
Zeit	Sekunde	s	
elektrische Stromstärke	Ampère	A	
thermodynamische Temperatur	Kelvin	K	
Substanzmenge	Mol	mol	
Lichtstärke	Candela	Cd	
(ausgewählte) abgeleitete SI-Einheiten			
Kraft	Newton	N	kg m s <sup>-2</sup>
Druck	Pascal	Pa	kg m <sup>-1</sup> s <sup>-2</sup> (= N m <sup>-2</sup> )
Energie, Arbeit, Wärmemenge	Joule	J	kg m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup> (= N m)
Leistung	Watt	W	kg m <sup>2</sup> s <sup>-3</sup> (= J s <sup>-1</sup> )
elektrische Spannung	Volt	V	kg m <sup>2</sup> A <sup>-1</sup> s <sup>-3</sup> (=W A <sup>-1</sup> )
elektrische Ladung	Coulomb	C	s A
Kapazität	Farad	F	s <sup>4</sup> A <sup>2</sup> kg <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup>
Frequenz	Hertz	Hz	s <sup>-1</sup>

**häufig benutzte Einheiten in der Luftchemie**

%	Prozent (Teile auf Hundert) <sup>a, b</sup>	Mt	Megatonne ( $10^9$ kg = $10^{12}$ g)
ppm(v)	part per million ( $10^{-6}$ ) <sup>a</sup>	Tg	Teragramm (= 1 Mt = $10^9$ kg = $10^{12}$ g)
ppm(m)	part per million ( $10^{-6}$ ) <sup>b</sup>	eq	Äquivalent (= mol/z) <sup>c</sup>
ppb	part per billion ( $10^{-9}$ )	µeq	Mikroäquivalent ( $10^{-6}$ eq)
ppt	part per trillion ( $10^{-12}$ )	µm	Mikrometer ( $10^{-6}$ m) <sup>d</sup>
Ga	Giga-Jahre ( $10^9$ Jahre)	nm	Nanometer ( $10^{-9}$ m)
Ma	Mega-Jahre ( $10^6$ Jahre)	Å	Ångström ( $10^{-8}$ m)
a	Jahr ( $\sim 3,154 \cdot 10^7$ s)	ha	Hektar ( $10^4$ m <sup>2</sup> )
d	Tag ( $8,64 \cdot 10^4$ s)	l	Liter ( $10^{-3}$ m <sup>3</sup> )
h	Stunde ( $3,6 \cdot 10^3$ s)	dyn	Dyn – Krafteinheit ( $10^{-5}$ N)
kt	Kilotonne ( $10^6$ kg = $10^9$ g)	mbar	Millibar – Druckeinheit ( $10^2$ Pa)

<sup>a</sup> bezogen auf Volumen<sup>b</sup> bezogen auf Masse<sup>c</sup> z stöchiometrischer Faktor (z.B. Ionenladung)<sup>d</sup> auch *Mikron* bezeichnet



## Umrechnungsfaktoren

### Druck<sup>a</sup>

$$1 \text{ atm} = 1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ Torr} = 1,01325 \text{ bar} = 0,96780 \text{ at (techn. Atmosphäre)}$$

$$1 \text{ Torr} = 133,3 \text{ Pa} = 1,333 \text{ mbar} = 1 \text{ mmHg (mm Quecksilbersäule bei } 0^\circ \text{ C)}$$

$$1 \text{ Pa} = 9,86923 \cdot 10^{-6} \text{ atm} = 7,50062 \cdot 10^{-3} \text{ Torr} = 10^{-5} \text{ bar (1 bar} = 1 \text{ dyn m}^{-2}\text{)}$$

$$1 \text{ at} = 10 \text{ mWS (m Wassersäule)} = 10^4 \text{ kp m}^{-2} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Pa} = 1,03327 \text{ atm} = 785,285 \text{ Torr}$$

### Energie<sup>b</sup>

$$1 \text{ J} = 1 \text{ V A s} = 10^7 \text{ erg} = 0,101976 \text{ kp m} = 9,86896 \cdot 10^{-3} \text{ l atm} = 0,238846 \text{ cal} = 6,2425 \cdot 10^{18} \text{ eV}$$

$$1 \text{ eV} = 1,60219 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1,6335 \cdot 10^{-20} \text{ kp m} = 96,485 \text{ kJ mol}^{-1} = 23,060 \text{ kcal mol}^{-1} \square 8065,5 \text{ cm}^{-1}$$

$$1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J} = 4,26935 \text{ kp m} = 4,13193 \cdot 10^{-2} \text{ l atm} = 3,14026 \cdot 10^4 \text{ ml Torr} = 2,6136 \cdot 10^{19} \text{ eV}$$

$$1 \text{ kp m} = 9,80665 \text{ J} = 9,67814 \cdot 10^{-2} \text{ l atm} = 7,35539 \cdot 10^4 \text{ ml Torr} = 2,34227 \text{ cal} = 6,1218 \cdot 10^{19} \text{ eV}$$

### Konzentrationen

$$1 \text{ mol l}^{-1} \square 6,02 \cdot 10^{20} \text{ Moleküle cm}^{-3}$$

$$1 \text{ atm (bei } 298,15 \text{ K)} \square 4,09 \cdot 10^{-2} \text{ mol l}^{-1} \square 2,46 \cdot 10^{19} \text{ Moleküle cm}^{-3}$$

$$1 \text{ ppm} = 10^3 \text{ ppb} = 10^6 \text{ ppt} \square 2,46 \cdot 10^{13} \text{ Moleküle cm}^{-3}$$

### Reaktionsraten 2. Ordnung

$$1 \text{ l mol}^{-1} \text{ s}^{-1} = 6,02 \cdot 10^{20} \text{ cm}^3 \text{ Molekül}^{-1} \text{ s}^{-1} = 4,08 \cdot 10^5 \text{ ppm}^{-1} \text{ min}^{-1}$$

$$1 \text{ cm}^3 \text{ Molekül}^{-1} \text{ s}^{-1} = 4,06 \cdot 10^{-20} \text{ atm}^{-1} \text{ s}^{-1} = 6,77 \cdot 10^{-16} \text{ ppm}^{-1} \text{ min}^{-1}$$

$$\text{bei } 298,15 \text{ K (= } 0^\circ \text{ C)} \text{ gilt: } \mathbf{RT} = 2,4790 \text{ k J mol}^{-1} = 24,465 \text{ l atm mol}^{-1} \square 0,02569 \text{ eV}$$

<sup>a</sup> 1 kp (Kilopond) = 1 kg·g, g Fallbeschleunigung, 1 N = 1,01976·10<sup>-3</sup> p

<sup>b</sup> Eine Kalorie (cal) ist definiert als Wärmemenge, die bei normalem atmosphärischem Druck von 1013 mbar benötigt wird, um 1 g H<sub>2</sub>O (Wasser) von 14,5 °C auf 15,5 °C zu erwärmen; sie ist seit dem 1.1.1978 nicht mehr zulässig. Hier ist die thermochemische Kalorie cal (th) = 4,184 J aufgeführt; desweiteren existieren die cal (15) = 4,1855 J und die in der Wasserdampftechnik gebrauchte Kalorie cal (IT) = 4,1868 J.

## Geochronologische Gliederung (Erdzeitalter) – nach IUGS

Ära (Zeitalter)	Periode <sup>a</sup>	Epoche <sup>b</sup>	Zeit (Ma)
Eon: Phanerozoikum (570-0)			
Känozoikum (Erdneuzeit)	Quartär	Holozän (Allivium)	0,01-0
		Pleistozän (Diluvium)	2-0,01
	Tertiär	Pliozän	5-2
		Miozän	24-5
		Oligozän	37-24
		Eozän	57-37
Mesozoikum (Erdmittelalter)	Kreide	Oberkreide, Unterkreide	136-65
	Jura	Malm, Dogger, Lias	195-136
	Trias	Keruper, Muschelkalk, Buntsandstein	225-195
Paläozoikum (Erdaltertum)	Perm	Zechstein, Rotliegendes	280-195
	Karbon	Oberkarbon, Unterkarbon	345-280
	Devon	Oberdevon, Mitteldevon, Unterdevon	395-345
	Silur	Obersilur, Untersilur	440-395
	Ordovicium	Oberord., Mittelord., Unterord.	500-440
	Kambrium	Oberkambr., Mittelkambr., Unterkambr.	570-500
Eon: Präkambrium (4600-570) <sup>c</sup>			
Kryptozoikum (Erdurzeit)	Proterozoikum	oberes Proterozoikum	1000-570
		mittleres Proterozoikum	1600-1000
		älteres Proterozoikum	2500-1600
	Archäikum		3800-2500
Azoikum (Erdfrühzeit)	Hadean		4600-3800

<sup>a</sup> auch als Formation (früher) und System bezeichnet

<sup>b</sup> auch als Abteilung (früher) und Serie bezeichnet; die Unterteilungen sind verschieden benannt, z.B. existieren die Bezeichnungen „spätes – oberes – alt – neo“, „mittleres – meso“ und „frühes – unteres – jung – paleo“. Teilweise weiter unterteilt in Stufen (*stage*).

<sup>c</sup> Es existieren völlig unterschiedliche Gliederungen und Bezeichnungen in der Literatur

## Entwicklung des Holozän

Zeit zurück (in 10 <sup>3</sup> a)	Klima	<i>Epoche</i>
0	wieder kühler, feuchter	geschichtliche Zeit
2	(Subatlantikum)	Nachwarmzeit Eisenzeit
4	noch warm, wieder trockener	Neolithikum
	(subboreal)	Bronzezeit
6	warm-feucht (Klimaoptimum)	Mesolithikum
	wärmer, trocken (boreal)	
8	kühl (präboreal)	Vorwärmezeit
	wieder kälter	subarktische
10	etwas wärmer	Zeit Jungpaläolithikum
	kalt	
12	etwas wärmer	arktische Zeit
	kalt	

### Physikalische Einheiten und Beziehungen

Größe	Definition	Einheit
Geschwindigkeit	Weg·Zeit <sup>-1</sup>	m s <sup>-1</sup>
Beschleunigung	Geschwindigkeit·Zeit <sup>-1</sup>	m s <sup>-2</sup>
Impuls	Masse· Geschwindigkeit	kg m s <sup>-1</sup>
Kraft	Masse· Beschleunigung	kg m s <sup>-2</sup> = N = 10 <sup>-5</sup> dyn
Druck	Kraft·Fläche <sup>-1</sup>	kg m <sup>-1</sup> s <sup>-2</sup> = N m <sup>-2</sup> = Pa = 10 <sup>-5</sup> bar
dynam. Viskosität	Kraft·Zeit·Fläche <sup>-1</sup>	kg m <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> = N s m <sup>-2</sup> = Pa s = 10 P <sup>a</sup>
kinemat. Viskosität	Fläche·Zeit <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> = N s m kg <sup>-1</sup> = Pa s kg m <sup>-3</sup> = 10 <sup>4</sup> St <sup>b</sup>
Energie (Arbeit)	Kraft· Weg	kg m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup> = N m = J = W s = V A s = 10 <sup>7</sup> erg <sup>c</sup>
Leistung	Energie·Zeit <sup>-1</sup>	kg m <sup>2</sup> s <sup>-3</sup> = N m s <sup>-1</sup> = W = J s <sup>-1</sup> = V A
Wirkung	Energie·Zeit	kg m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> = N m s = J s
Strahlungsenergie	Strahlungsfluss·Zeit	J (Joule)
Strahlungsfluss	Strahlungsenergie·Zeit <sup>-1</sup>	W (Watt)
elektr. Stromstärke	Ladung·Zeit <sup>-1</sup>	A (Ampère)
elektr. Ladung	Stromstärke·Zeit	C (Coulomb) = 1 A s
elektr. Spannung	Leistung·Stromstärke <sup>-1</sup>	V (Volt) = W A <sup>-1</sup>
elektr. Feldstärke	Spannung·Weg <sup>-1</sup>	V m <sup>-1</sup>
elektr. Kapazität	Ladung·Spannung <sup>-1</sup>	F (Farad) = C V <sup>-1</sup>
elektr. Widerstand	Spannung·Stromstärke <sup>-1</sup>	Ω (Ohm) = V A <sup>-1</sup>
elektr. Leitwert	Stromstärke· Spannung <sup>-1</sup>	S (Siemens) = Ω <sup>-1</sup>

<sup>a</sup> Poise

<sup>b</sup> Stokes

<sup>c</sup> 1 erg = 1 cm<sup>2</sup> g s<sup>-2</sup>

### Sonstige Einheiten

Größe	Definition
Steinkohleneinheit (SKE)	1 t SKE = 7,5 Gcal = 3,1401·10 <sup>10</sup> J
british thermal unit (BTU)	1 BTU = 1,0548·10 <sup>3</sup> J
tons of coal equivalent (tce)	1 tce = 2,931·10 <sup>10</sup> J
tons of oil equivalent (toe)	1 toe = 4,187·10 <sup>10</sup> J
Megawattstunde (MWh)	1 MWh = 3,6·10 <sup>9</sup> J
Pferdestärke (PS)	1 PS = 75 kp m s <sup>-1</sup> = 735,49875 W
Barrel	1 Barrel = 158987 l ( 1 t Öl = 7,33 Barrel)
gallon (USA)	1 gal = 3,785431 l
gallon (UK)	1 gal = 4,546086 l
short ton (shtn)	1 shtn = 2000 lb = 9,07184·10 <sup>5</sup> g
long ton (ltn)	1 ltn = 2240 lb = 1,01605·10 <sup>6</sup> g
pound (lb)	1 lb = 453,592 g
ounze <i>od.</i> ounce (oz)	1 oz = 28,35 g
acre	1 acre = 4,0468·10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>
inch (in)	1 in = 2,54 cm
foot (ft)	1 ft = 12 in = 30,48 cm
yard (yd)	1 yd = 3 ft = 0,9144 m
(imp.) mile	1 mile = 1760 yd = 1609 m

