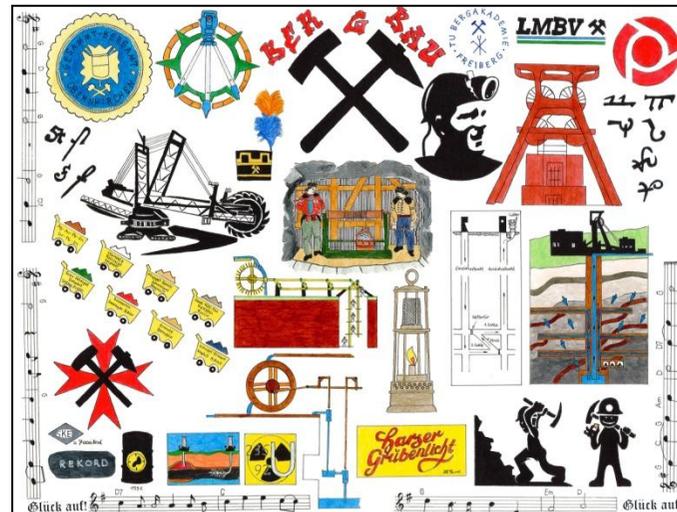
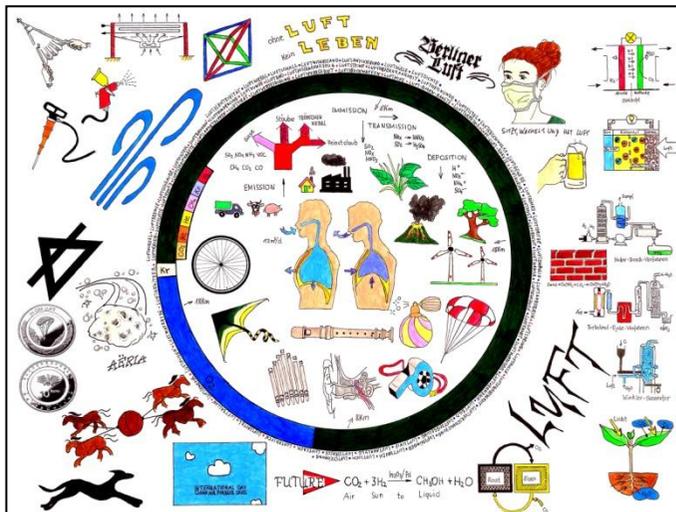


Ein ungewöhnlicher Streifzug durch ausgewählte Lebensbereiche und Wissensgebiete
Jürgen Dunkel *Dieter Schnurpfeil*



Ein
ungewöhnlicher Streifzug
durch ausgewählte
Lebensbereiche und Wissensgebiete

von

Dr. Jürgen Dunkel (Bilder)

und

Dr. Dieter Schnurpfeil (Text)

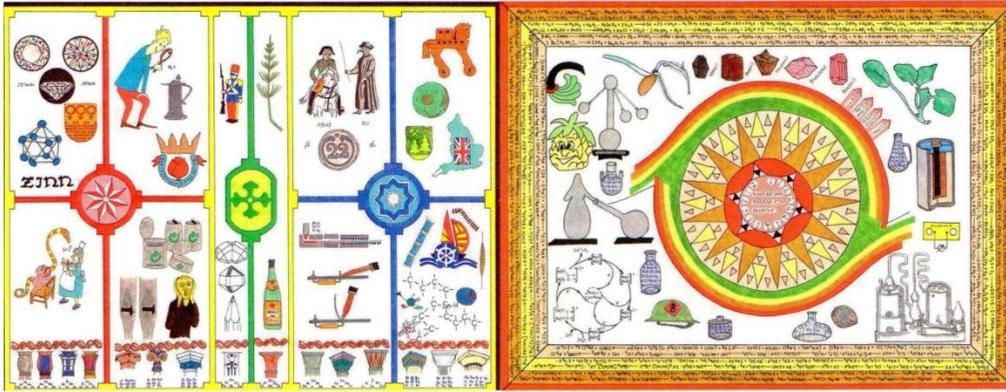
Langenbogen und Langeneichstädt / Sachsen-Anhalt

Januar 2022



Ein ungewöhnlicher Streifzug durch das Periodensystem der Elemente

Jürgen Dunkel



H

C h e m i e

Lavoisier
Linnaeus
natural
rutherford
Dalton
mendelejew

7
24

arrhenius
meyer
wöhler

glaube
bohne
stahl
Anfänge

KERN - KRISTALL - GEM - TOPE - KOMPLEX -

LEBENSMITTEL - WASSER - MILCH - THEE - KAFFEE - TEXTIL -

KOHLEN - MAGNET - KOLLEN - HOCHDRUCK - PETROL -

agricola

Ag

Au

Fe

Bi

Sn

Ta

Ra

Nd

J

Es

Be

Zn

Sr

Hg

Na

Ho

Dy

BR

Y

N

Pa

Mo

He

Gm

S

In

F

Cd

Nb

Kr

Fm

Br

Rh

Ni

C

Eu

B

Te

Re

Np

K

Er

Pb

Zr

Tc

Rn

Ne

Ba

Yb

Si

Pm

Md

Ha

Co

At

Tb

Tl

Rb

Xe

Ag

Pr

Mn

Hf

As

Cl

Cr

Ar

Th

Rv

No

Am

W

Se

Po

Mg

Ac

Li

6a

Pt

Sc

V

Cs

Gd

Lu

P

O

U

Fr

La

Sm

Pd

Ti

Al

Ge

Ca

Lu

Pu

Cu

Os

Rf

Tm

Sb

Ce

Ga

Ungewöhnliche Streifzüge

Im Mai 2016 erschien unser Buch „**Ein ungewöhnlicher Streifzug durch das Periodensystem der Elemente**“^{1*)} (PSE^{**}), Titelblatt siehe nebenstehend) in dem auf 74 Bildern die 112 mit Namen belegten Elemente des PSE in ungewöhnlicher Art und Weise vorgestellt werden (die Elemente der Seltenerdmetalle sowie der Actinoide und Transactinoide waren wegen ihrer sehr ähnlichen Eigenschaften jeweils in einem Bild gemeinsam dargestellt).

Jürgen DUNKEL hatte in dem Zehnjahreszeitraum von 2005 bis 2015 all diese Bilder gezeichnet und Dieter SCHNURPFEIL hatte sie in den Jahren 2014-16 mit erklärenden Texten versehen.

Dr. Jürgen DUNKEL: „Seit meinem 13. Lebensjahr, mit dem Beginn des Chemieunterrichts in der 7. Klasse der Grundschule, begann mein Interesse an der Chemie, hervorgerufen durch eine Experimentalveranstaltung mit Blitz, Donner und Geheimtinte. Diese Begeisterung für die Chemie hat mich in fast 50 Jahren Berufsleben nicht verlassen. Als ich nach meiner aktiven Zeit aus der Großchemie und chemischen Forschung in den Ruhestand gewechselt bin, begann ich mit der Verwirklichung meiner Idee, zu jedem Element des Periodensystems ein Bild zu gestalten. Es war mein Ziel, die einzelnen Elemente in einer nicht nach Lehrbuch gestalteten Variante zu charakterisieren und dabei die Vielfalt, Schönheit und Nützlichkeit samt einiger Kuriositäten

darzustellen. Als Beiwerk habe ich die bei meinen Reisen gesammelten künstlerischen und architektonischen Motive und Muster in die Bilder integriert. Die Symbole der 112 mit Namen versehenen Elemente des Periodensystems erscheinen in vielfältiger und unterschiedlicher Art offen und versteckt in jedem der Bilder.“^{1,2a)}

Dr. Dieter SCHNURPFEIL: „Als ich im Februar 2013 Jürgen DUNKELS Bilder bei seinem Kolloquiumsvortrag vor dem Förderverein ‚Sachzeugen der chemischen Industrie, e.V.‘ (SCI) an der Hochschule Merseburg das erste Mal sah, kam mir sofort der Gedanke, dass diese Bilder mit erklärenden Texten versehen, einem breiteren Publikum zugänglich gemacht werden sollten. 2014 gingen wir an die Umsetzung dieser Idee. Es machte mir Spaß, die ungewöhnliche Sichtweise DUNKELS auf die Elemente des Periodensystems für Andere nachvollziehbar und erlebbar zu machen.“^{2a)}

Nach den ersten fünf der von Jürgen DUNKEL bis zum März 2005 gezeichneten Bilder der Elemente Wasserstoff (chemisches Symbol: **H**), Kohlenstoff (**C**)^{**}, Sauerstoff (**O**), Stickstoff (**N**) und Schwefel (**S**), kreierte er das detailübergreifende („Crossover“-Bild ‚Chemie‘^{2a)} (siehe nebenstehend rechts).

Nach einer schöpferischen Pause, in der er sich den Ausstellungen seiner Bilder widmete, hat er

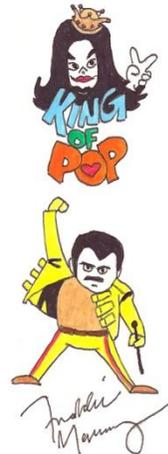
nun seit 2019 diese zweite Reihe fortgesetzt, der man (begonnen mit ‚Chemie‘, 2005 und ‚Buna‘, 2006), angelehnt an die erste Serie, auch den Namen „**Ein ungewöhnlicher Streifzug durch ausgewählte Lebensbereiche und Wissensgebiete**“ geben kann.

Jürgen DUNKEL bevorzugt zur Charakterisierung seiner Tätigkeit eher den Ausspruch des rumänisch-amerikanischen Zeichners Paul STEINBERG (1916-99)^{3a)}: „**Zeichnen ist eine Form des Nachdenkens auf Papier**“. Dabei überbringt er seine Botschaften mit kleinen Piktogrammen („Icons“), die dem Betrachter Einiges an Nachdenken und Erraten abverlangen. Die Begleittexte sollen dabei helfen, seine durch das „Nachdenken auf Papier“ gewonnenen Sichten auf unser Leben und Wissen besser verstehen und einordnen zu können. Auch diesmal sind die Bilder zuerst entstanden und die Texte danach verfasst worden. Streifen Sie nun mit uns durch ausgewählte Lebensbereiche und Wissensgebiete. Amüsieren Sie sich bei der Betrachtung der Bilder und suchen Sie nach versteckten Botschaften. Lassen Sie sich durch die Lektüre des begleitenden Textes auf Erklärungen und einen Wissensgewinn ein.

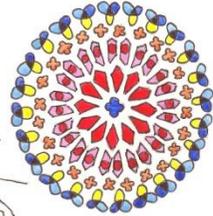
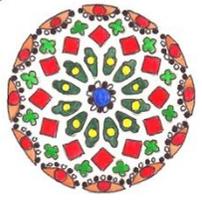
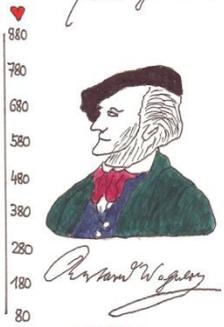
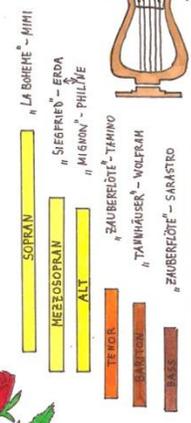
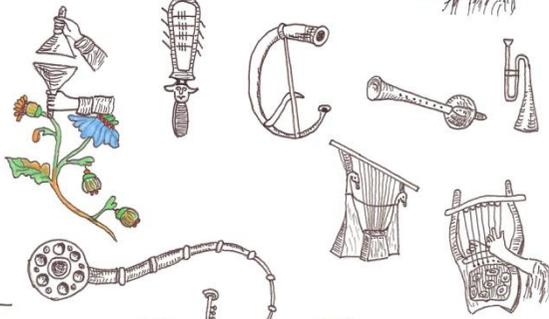
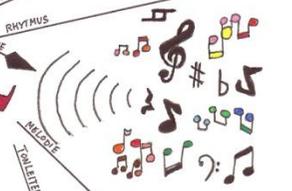
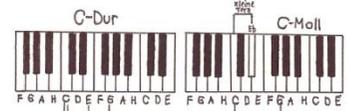
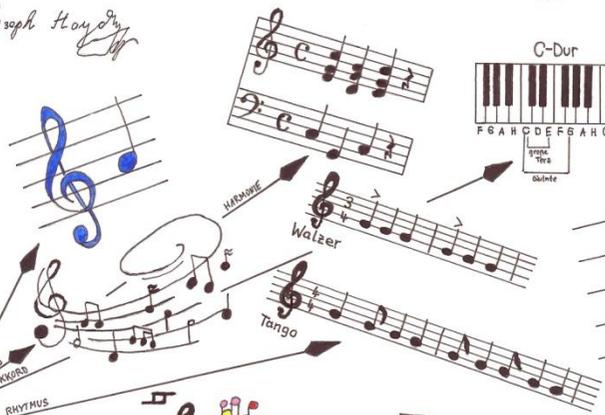
Viel Spaß beim Betrachten, Lesen und Nachdenken!

^{*)} Bibliografie auf den Seiten 164/165

^{**)} Legende, Kürzel siehe Seite 166



Musik



„Musik“

Beginnen wir es beschwingt! Der französische Schriftsteller Victor HUGO (1802-85)^{3a)} formulierte mit einem Augenzwinkern: „*Musik drückt das aus, was nicht gesagt werden kann und worüber es unmöglich ist zu schweigen.*“^{4a)} Die ehemalige deutsche Schauspielerin und spätere Ärztin Marianne KOCH (*1931) charakterisierte es so: „*Musik zu erleben und selbst Klänge und Rhythmen zu erschaffen ist immer schon ein elementares Bedürfnis der Menschen, ein Mittel der Kommunikation.*“⁵⁾ Der deutsche Komponist Robert SCHUMANN (1810-56) riet: „*Höre fleißig auf alle Volkslieder. Sie sind eine Fundgrube der schönsten Melodien und öffnen dir den Blick in den Charakter der verschiedenen Nationen*“⁵⁾ und Johann Wolfgang von GOETHE (1749-1832) vertieft diese Aussage: „*Eigentlicher Wert der Volkslieder ist der, dass ihre Motive unmittelbar aus der Natur genommen sind.*“⁵⁾ Und Johann Gottfried SEUME (1763-1810) dichtete: „*Wo man singet, lass dich ruhig nieder, ohne Furcht, was man im Lande glaubt. Wo man singet, wird kein Mensch beraubt. Bösewichter haben keine Lieder.*“⁵⁾

Musik^{3b)} begleitet unser ganzes Leben. Musikheitert uns auf, bringt uns auf andere, meist auf bessere Gedanken, macht gute Laune. Musik tröstet uns, wenn wir traurig sind, hilft uns über manche Klippe in unserem Leben hinweg.

Beginnen wir den Streifzug durch unser Leben deshalb mit diesem ‚Musik-Bild‘.

Um Musik zu machen, bedarf es nicht nur der menschlichen Stimme, sondern auch verschiedenster Instrumente. Die gab es schon so lange es Menschen gibt, bei Naturvölkern, im Altertum und im Mittelalter. Urgeschichtliche Flöten aus Gänsegeierknochen (geschätztes Alter: 40.000 Jahre) hat man in der Vogelherdhöhle auf der Schwäbischen Alb gefunden.

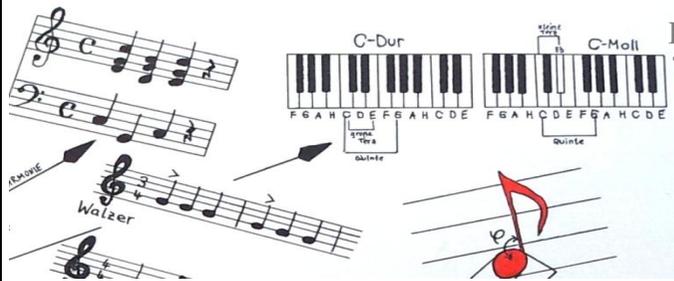
In der linken Mitte des Bildes (**m.l.**)* rund um den Titel ‚Musik‘ sind 15 verschiedene, historische Musikinstrumente gezeichnet (oben von links nach rechts): Bläser mit verschiedensten Blasinstrumenten (Flöten, Doppelflöte mit Mundbinde/Capistrum, Posaunen, darunter von oben nach unten): Harfenisten mit Harfe und Kithara, (untere Reihen v.l.n.r.): Becken, Rasselinstrument (Sistrum), Pommer (Bombarde), Platerspiel (Sackpfeife), etruskisch-römisches Horn, Lure (Blasinstrument aus dem 14.-12. Jh. v.Chr.), Lyra und Kithara (**u.l.**).

„Alte Musik“ ist in der heutigen Musikpraxis nicht der Begriff für die prähistorische, sondern eher für die Musik der Zeit des Barock und der Renaissance, verbunden mit Namen der großen Meister Georg Philipp TELEMANN (1681-1767), Georg Friedrich HÄNDEL (1685-1759) und Johann Sebastian BACH (1685-1750).

Seit dem 15. Jahrhundert (Jh.) spielt die Geige (hier nicht im Bild) als Instrument der klassischen europäischen Musik eine herausragende Rolle.

Das Bild verzieren fünf florale Elemente. Vor allem die edle Rose (**u.r.**) hat Komponisten und Musiker oft fasziniert und angeregt: Am bekanntesten ist sicherlich das „*Heideröslein*“ („*Sah ein Knab‘ ein Röslein steh‘n.*“), ein Gedicht von Johann Wolfgang von GOETHE, vertont von einer Reihe bekannter Musiker, am meisten gesungen wahrscheinlich die Versionen von Johann Friedrich REICHARDT (1752-1814), Franz SCHUBERT (1797-1828) und Franz LEHAR (1870-1948). Sehr bekannt ist auch der Konzertwalzer „*Rosen aus dem Süden*“ von Johann STRAUSS (Sohn, 1825-99, 1880 uraufgeführt in Wien). Die Lieder und Musikstücke, in denen die Rose besungen wird, sind so zahlreich, dass es hier nur bei diesen zwei Beispielen bleiben soll. Auch viele andere Blumen haben Komponisten und Künstler inspiriert. Von der chilenischen Sängerin Rosita SERRANO (1914-97) wird z.B. in dem Lied „*Roter Mohn, warum welkst du schon?*“ die Mohnblüte besungen (**o.r.**).

***Legende** der Positionsangaben und Abkürzungen
auf Seite 166



Fortsetzung des Textes zum ‚Musik‘-Bild (Seite 4)

werden, weil der musikalische Gesamteindruck noch von einer Vielzahl anderer Komponenten abhängt. So spielen Klang, Melodie, Harmonie, Akkord, Rhythmus, Tempo und Instrumentation, aber auch Text (falls vorhanden), eine maßgebende Rolle. Auch der jeweils gewählte Takt (3/4 oder 4/4) entfaltet seine Wirkung.

Trotz ungewöhnlicher Klänge, ganz unterschiedlicher Tempi, scheinbarer Spontaneität, überraschender Rhythmik und musikalischer Vielfalt weist die Musik eine beeindruckende systematische Ordnung und Berechenbarkeit auf, die auf eine große Nähe von Musik und Mathematik schließen lässt. Die rote a-Note mit ihren Seiten- und Winkelangaben als Konstruktionsmerkmale soll auf diese enge Verknüpfung hinweisen (o.r.).

Schon in der Antike galt PYTHAGORAS von Samos (um 570 bis nach 510 v.Chr.) als der Begründer der mathematischen Analyse der Musik. Eine Legende aus römischer Zeit beschreibt, wie PYTHAGORAS in einer Schmiede entdeckte, dass gleichzeitige Hammerschläge wohlklingende Töne erzeugen, wenn die Gewichte der Hämmer in bestimmten ganzzahligen Verhältnissen stehen. Diese Beobachtung hat ihn zu Experimenten an der schwingenden Saite eines ‚Monochords‘ geführt, die zur Grundlage für die Beschreibung von Intervallen wurden.

Es hieß, mit diesen gewonnenen Erkenntnissen habe PYTHAGORAS die Musiktheorie begründet. Im Mittelalter wurde er auch pauschal als Erfinder der ‚Musik‘ bezeichnet.

Johannes KEPLER (1571-1630) sprach in seinem Werk ‚Harmonices mundi libri V‘ (‚Fünf Bücher zur Harmonik der Welt‘, 3. KEPLERsches Gesetz): *„Ich fühle mich von einer unaussprechlichen Verzückerung ergriffen ob des göttlichen Schauspiels der himmlischen Harmonie. Denn wir sehen hier, wie Gott gleich einem menschlichen Baumeister, der Ordnung und Regel gemäß, an die Grundlegung der Welt herangetreten ist.“*

Von zahlreichen frühen Universalgelehrten, Mathematikern und Naturforschern wird berichtet, dass sie ein ähnlich gutes Verhältnis zur Musik hatten. An vielen Universitäten musizieren deren Mitarbeiter und Studenten in Orchestern oder singen in Chören, so wie sich flächendeckend in vielen Orten alte und junge Leute zusammenfinden, um gemeinsam zu singen und zu musizieren.

Musik und das Singen vermag unsere Alltagsorgen zu vertreiben und das Schwere im Leben zu lindern. Mögen sie von uns abfallen wie Tautropfen am Morgen. Dazu Yehudi MENUHIN (1916-99, einer der bedeutendsten Geiger des 20. Jh.): *„Von alters her wird der Musik heilende Kraft zugeschrieben. Musik heilt. Musik bringt Freude. Musik tröstet.“*

Musik ist eine Kunstgattung, deren Werke (Kompositionen) aus Tönen, Klängen und Geräuschen bestehen in dem für den Menschen hörbaren Frequenzbereich. Sie wurden und werden von Komponisten unterschiedlich geordnet und kreativ gestaltet, zu Melodien geformt, variiert.

Die Schriftsprache der Musik sind die Noten (m.r.). Eine Tonleiter ist eine Reihenfolge von aufsteigenden Tönen, die eine Oktave umfasst (C-Dur-Tonleiter, u.m. und o.r.). Dabei ist der Kammerton a (seit 1939 allgemein gültiger Stimm- bzw. Normalton, $a^1 = 440$ Hertz) ein als gemeinsamer Bezugspunkt definierter Ton, auf den die Instrumente einer Musikgruppe gleich hoch eingestimmt werden (o.m., blauer Notenschlüssel und Note). Das Tongeschlecht ‚Dur‘ (lat. ‚durus‘ = hart) ist gekennzeichnet durch das Intervall einer großen Terz zwischen Grundton und Terz des betrachteten Tonmaterials. Der Höreindruck von Dur wird oft als ‚hell und klar‘ beschrieben, ‚Moll‘ (lat. ‚mollis‘ = weich) dagegen als ‚dunkel und weich‘. Oftmals wird Dur mit ‚fröhlich‘ und Moll mit ‚traurig‘ gleichgesetzt. Das kann zwar zutreffen, 6 darf aber auf gar keinen Fall verallgemeinert

Die menschliche Stimme ist immer noch das virtuoseste Instrument in der Musik. Die höchste Stimmlage ist der Sopran (hohe Frauenstimme mit einer Frequenz zwischen 247 und 880 Hz). Als Beispiel einer berühmten Opernarie für diese Stimme soll hier die der ‚Mimi‘ aus ‚La Boheme‘ von Giacomo PUCCINI (1858-1929) genannt werden (**u.r.**). Für den Mezzosopran (mittlere Frauenstimme, 185-698 Hz) sei die Arie der ‚Erda‘ aus der Oper ‚Siegfried‘ von Richard WAGNER (1813-83) ausgewählt. Ein Beispiel für die Altstimme (185-659 Hz) ist die Arie der ‚Philine‘ aus der Oper ‚Mignon‘ von Ambroise THOMAS (1811-96). Mezzosopranistinnen und Altistinnen können aufgrund ihres Stimmumfangs meist die gleichen Partien singen.

Die höchste Stimmlage im Männerfach ist der Tenor (123-440 Hz). Eine der berühmtesten Tenorpartien ist die des ‚Tamino‘ aus der ‚Zauberflöte‘ von Wolfgang Amadeus MOZART (1756-91). Bekannt auch die Bariton (92-392 Hz)-Arie „*Dir, hohe Liebe, töne begeistert mein Gesang*“ des ‚Wolfram‘ aus dem ‚Tannhäuser‘ von Richard WAGNER. Für die Bässe (78-330 Hz) ist die Rolle des ‚Sarastro‘ aus der ‚Zauberflöte‘ von MOZART eine der begehrtesten Partien, vergleichbar mit einem ‚Ritterschlag‘ (**u.r.**).

Das Konterfei des niederländischen Schauspielers und Tenors Johannes HEESTERS (1903-2011)

Fortsetzung des Textes zum ‚Musik‘-Bild (Seite 4) steht für die Operette (‚Die Lustige Witwe‘ von Franz LEHAR: „*Da geh‘ ich ins Maxim...*“), darunter die beiden für die Oper typischen Masken (‚lachend‘ und ‚weinend‘) und das Om-Zeichen (in der Devanagari-Schrift) als Symbol für die göttliche Klangschwingung. Den durchdringenden tiefen Klang des Schneckenhorns ahmen Sänger und Meditatoren oft zur Einstimmung und Konzentration nach (**u.r.**).

Die Rosetten gotischer Kathedralen an den vier Ecken des Musik-Bildes sollen auf die Kirchenmusik hinweisen.

Ringsum am Rand des Bildes sind bekannte Komponisten und Musiker dargestellt (jeweils mit ihren Unterschriften), oben links beginnend mit den außerordentlich bekannten und heute sehr viel gespielten Barockkomponisten des 17. und 18. Jh. Johann Sebastian BACH und Georg Friedrich HÄNDEL, weiterführend zu den Klassikern Joseph HAYDN (1732-1809), Wolfgang Amadeus MOZART, Ludwig van BEETHOVEN (1770-1827), den Romantikern Carl Maria von WEBER (1786-1826) und Franz SCHUBERT. Am rechten Rand (v.o.n.u.) Frédéric CHOPIN (1810-49), Robert SCHUMANN (1810-56) und Richard WAGNER. Die untere Reihe (von rechts nach links): Guiseppe VERDI (1813-1901), Peter TSCHAIKOWSKI (1840-93) und Gustav MAHLER (1860-1911), mit



dem die Reihe der hier vorgestellten großen Komponisten des 17.- 19. Jh. endet.

Mit Frank SINATRA (1915-98) beginnt die Reihe der bekannten Sänger, Musiker, Songschreiber, Rocksänger, Popkünstler und Entertainer des 20. Jh., ihm folgen am unteren Bildrand Johnny CASH (1932-2003) und Elvis PRESLEY (1935-77). Eine besondere Rolle unter diesen weltbekannten und berühmt gewordenen Musikern nimmt sicherlich John LENNON (1940-80) ein, der mit seiner Rockband ‚The Beatles‘ und seinem gesellschaftlichen Engagement bis heute eines der erfolgreichsten Kapitel der jüngeren Musikgeschichte geschrieben hat, (weiter aufsteigend am linken Bildrand): Bob MARLEY (1945-81), Freddie MERCURY (1946-91) und Michael JACKSON (1958-2009).

Seit ihrer urgeschichtlichen Entstehung ein Ritus oder Kult, entwickelte sich die Einheit von Poesie, Tanz und Tonkunst zur modernen Kunstgattung ‚Musik‘, ohne die wir Menschen ebenso wenig auskommen, wie ohne Wasser.

„Wasser“

So wie wir Menschen die ‚Musik‘ brauchen für unsere ‚Psyche‘ (‚Seele‘) so ist das ‚Wasser‘^{3b)} unverzichtbar für unsere ‚Physis‘ (‚Leib‘). Während wir Menschen mehrere Wochen ohne Nahrung, ohne zu essen auskommen, können wir ohne Wasser nicht lange leben. Man geht von einem Richtwert von drei Tagen aus. Im Extremfall und unter bestimmten Bedingungen konnten Menschen ohne zu trinken bis zu einer Woche überleben. **Wasser** ist das Lebenselixier des Menschen. In Märchen und Sagen wird oft verklärend vom „*Wasser des Lebens*“ erzählt.

Wasser begegnet uns als Regen, in Rinnsalen, Bächen und Flüssen, in Pfützen, Tümpeln, Seen und Ozeanen (die Bildumrandung oben und unten weist in alphabetischer Reihenfolge 71 verschiedene Worte für Wasser auf, darunter auch: Regenwasser, Quellwasser, Grundwasser, Oberflächenwasser, Teich- und Seewasser, Brackwasser). Wasser kommt in der Natur selten rein vor, sondern enthält unterschiedliche Mengen gelöster Salze, Gase und Anteile organischer Verbindungen. Das meiste Wasser auf der Erde ist Salzwasser (Meerwasser, Pendant zum Süßwasser des Festlands). Etwa drei Viertel der Erdoberfläche sind mit Wasser bedeckt. Deshalb, und weil es aus dem Weltall betrachtet so schön aussieht, nennt man unsere Erde auch „*Der Blaue Planet*“.^{2b)}

Der Kreislauf des Wassers sorgt für eine ständige Zirkulation, in der Regel zwischen Meer und Festland. Darunter versteht man den Transport und die Speicherung von Wasser auf globaler wie regionaler Ebene. Hierbei wechselt das Wasser mehrmals seinen Aggregatzustand und durchläuft die einzelnen Sphären wie Hydrosphäre, Lithosphäre, Biosphäre und die Atmosphäre der Erde (Eiswasser, Schmelz- oder Tauwasser, Regenwasser, Flut- und Hochwasser). Im Wasserkreislauf geht kein Wasser verloren, es ändert nur seinen jeweiligen Zustand.

Der Städter würde vielleicht sagen: „*Es kommt aus dem Wasserhahn*“ (**u.r.**). Aus tieferen Erdschichten und aus Brunnen gefördert, aufbereitet und gereinigt ist es, zumindest in Deutschland, das bisher unbedenklichste und am besten untersuchte Nahrungsmittel. Jeder Mensch, selbst zu 60-70% aus Wasser bestehend (plus 15% Eiweiße, 10% Fette, 5% Mineralstoffe, 0,6% Kohlenhydrate und 0,4% Vitamine, **u.m.**), trinkt am Tage 1 bis 2 Liter Wasser, also etwa 400 Hektoliter in einem 72-jährigen Leben (Trinkwasser, Tafel- /Mineralwasser).

Mineralwässer sind Grundwässer aus unterirdischen Wasservorkommen mit besonderen Eigenschaften. Sie enthalten je nach Fundort in unterschiedlichem Maße gelöste Salze und andere Inhaltsstoffe, denen eine mehr oder weniger große,

heilende Wirkung nachgewiesen werden konnte. Mineralwässer werden meist direkt am Gewinnungsort (Quelle/Brunnen) abgefüllt. In Mitteleuropa erlangte der ‚Lauchstädter Heilbrunnen‘ nach seiner Entdeckung um 1700 und dem Nachweis seiner Heilwirkung durch Professor Friedrich HOFFMANN (1660-1742)^{3a)} von der Halleschen Universität eine große Bedeutung.^{2c)} Seit 2001 bis in die jüngste Zeit wird um den Fortbestand der historischen Quelle gerungen.

Brunnen haben Menschen schon in grauer Vorzeit geschachtet und gebohrt, um sich mit Trinkwasser versorgen zu können (Brunnenwasser). In Mitteleuropa wurde 2009 ein mehr als 7.000 Jahre alter Kastenbrunnen beim Autobahnbau A71 zwischen Nieder- und Oberröblingen entdeckt. 2011 wurde er als 22 Tonnen (t) schwerer Erdblock vom Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Halle/Saale geborgen. Durch radiochemische und dendrologische Untersuchungen (Jahresringmethode) konnte nachgewiesen werden, dass die Eiche, aus der die Holzbohle gespalten wurde, im Jahre 5108 v.Chr. gepflanzt worden ist. Damit ist dieser Kastenbrunnen vermutlich der älteste der Welt und das älteste Holzbauwerk Sachsen-Anhalts.⁶⁾



Fortsetzung des Textes zum ‚Wasser‘-Bild (Seite 8)

Doch wir brauchen Wasser nicht allein zum Trinken. Eine viel größere Menge verwenden wir zum Kochen (Leitungswasser, Kaffeewasser), für die Hygiene und zum Waschen (Warmwasser, Waschwasser, Badewasser), aber auch zu gewerblichen Zwecken (Nutzwasser, Kühlwasser, Gießwasser, Blumenwasser, Spülwasser, Löschwasser). In Deutschland hatte man für das Jahr 2017 einen Pro-Kopf-Verbrauch von 123 Litern pro Person und Tag ermittelt (ohne Industrie). In trockenen und heißeren Klimazonen können es wesentlich mehr sein. Als Beispiele für den Wasserverbrauch zur Erzeugung unserer Lebensmittel seien genannt: Zur Herstellung von 1 kg Kartoffeln werden ca. 255 Liter Wasser benötigt, dagegen bereits ca. 16 m³ für 1 kg Rindfleisch (virtuelles oder latentes Wasser: Menge an Wasser, die tatsächlich für die Herstellung eines Produktes gebraucht wird). Die Bereitstellung von Trinkwasser für die Weltbevölkerung bereitet nicht nur in Gebieten extremer Trockenheit Probleme, sondern wird insgesamt immer aufwendiger und schwieriger.^{2d)} Selbst in Deutschland haben sich in ländlichen Gebieten Einwohner noch bis in die Mitte des 20. Jh. aus Brunnen mit dem lebensnotwendigen Nass¹⁰ versorgt^{7a)} (Wassereimer, **m.r.**, Wasseruhr, **u.r.**).

Zu hygienischen und kosmetischen Zwecken dienen mit sehr unterschiedlichen und teilweise heilsamen Inkredenzen ausgestattete Wässerchen: Mund- und Gesichtswasser, Haarwasser, Rosen- und Duftwasser, Birken- und Kräuterwasser. In der Gesundheitsprophylaxe finden Thermalwasser und diverse Heilwässer Anwendung.

Demgegenüber dient Augenwasser zur medizinischen Behandlung erkrankter Augen. Blutwasser ist der Begriff für die Blutflüssigkeit (Synonym für Blutkörperchen und Blutplasma, auch Blutserum). Das Fruchtwasser (Amnionflüssigkeit) umgibt bereits in der vierten Schwangerschaftswoche den menschlichen Embryo so, dass Verwachsungen mit der Amnionhaut verhindert werden. Gehirnwasser (Hirnwasser oder Nervenwasser) ist eine klare und farblose Körperflüssigkeit, die mit der Gewebsflüssigkeit des Gehirns in Verbindung steht.

Für gute hygienische Verhältnisse gehört seit dem 19. Jh. die sanitäre Einrichtung eines Wasserklosetts (frz.: Toilette) in jeden Haushalt (**m.o.**).

Der Gesundheit sehr förderlich ist auch das KNEIPPsche Wassertreten (**m.r.**) ebenso wie vernünftig betriebener Sport, wobei die Wassersportarten (**o.l.** bis **u.l.**) durch den Auftrieb im Wasser besonders schonend sind, vor allem das Schwimmen. Spaß machen aber auch Wasserspringen, Paddeln mit dem Kanu oder Rudern, Wasserball

und Wasserski. Sie ertüchtigen Körper und Geist. Dass dabei niemand im Wasser ertrinkt oder bei einem Wasserunfall zu Schaden kommt, dafür sorgt die **Deutsche Lebens-Rettungs-Gesellschaft e.V. (DLRG)**, die größte Wasserrettungsorganisation der Welt (**o.l.**).

Nach belastender Tagesarbeit und sportlichen Anstrengungen ruht es sich besonders gut aus auf einem Wasserbett (**u.r.**). Zur Erholung und Erbauung wird vor allem in südlichen Ländern die Wasserpfeife geraucht (**u.r.**). Kinder mögen Wassereis am Stiel (**o.l.**). Schön ist auch, seinen Urlaub in einem Wasserschloss (**o.r.**) zu verbringen, einen Wasserfall (**o.l.**) zu besuchen oder mit einem Wasserflugzeug über Länder, Meere und Seen zu fliegen (**m.l.**).

Blaue Wasserwellen durchziehen das ‚Wasser‘-Bild von oben links nach unten rechts. Diese Form der Wellenlegung war bei den Friseuren besonders seit den 1920/30er Jahren beliebt, hob sie doch insbesondere die Schönheit der Frauen hervor. Bei der ‚Wasserwelle‘ werden die Haare im leicht angefeuchteten Zustand mit Schaumfestiger und speziellen Klammern eng am Kopf anliegend zu sanften Wellen geformt, anschließend trocken geföhnt und mit Spray fixiert (**m.l.**).

Das Wort ‚Wasser‘ leitet sich vom althochdeutschen ‚wazzar‘ für ‚das Feuchte, Fließende‘ ab, während sich die ‚Hydrologie‘, die Lehre vom Wasser, des altgriechischen Wortes ‚hudor‘ für Wasser bedient. Es verwundert nicht, dass beliebte hochprozentige Getränke (Feuerwasser), wie der schottische ‚Wisky‘ (vom keltischen ‚uisge‘) oder der russische ‚Wodka‘ (‚Wässerchen‘, vom russischen ‚woda‘), das Wort Wasser ebenfalls im Namen tragen. Wilhelm BUSCH formulierte es so: „*Auch Wasser wird zum edlen Tropfen, mischt man es mit Malz und Hopfen.*“⁽⁵⁾ Nicht beschwipst wird man von Alsterwasser sowie von Zitronen- und anderen Zuckerwässern (siehe Worte am Bildrand).

Sprachlich kommt das Wort ‚Wasser‘ allein oder in Verbindung mit anderen Begriffen fast ebenso reichlich vor wie das Wasser selbst. In der Pflanzenwelt (Flora): Wasserblüte (Algenblüte)^(3b), Wasserfalle (Wasserhade, fleischfressende Pflanze aus der Familie der Sonnentaugewächse), Wasserfeder (Wasserprimel), Wasserhyazinthe, Wasserkrug (aus der Familie der fleischfressenden Pflanzen), Wasserlinse, Wassernetz (Grünalge), Wassernuss (Weiderichgewächs), Wasserpest (Froschbissgewächs), Wasserrose (Wassersalat oder Muschelblume, verwandt mit der Seerose), Wasserschiefling und Wasserschlauch (artenreichste Gattung aller fleischfressenden Pflanzen, *alle in kursiver Schrift*, beginnend **m.m.** nach **u.r.**). In der Tierwelt (Fauna): Wasseramsel, Wasserbock (afrikanische Antilope), Was-

Fortsetzung des Textes zum ‚Wasser‘-Bild (Seite 8)

serfledermaus, Wasserfloh, Wasserflorfliege (Schlammfliege), Wasserhuhn (Blässhuhn), Wasserjungfer (Kleinlibelle), Wasserkalb (Brunnendrahtwurm), Wasserläufer, Wassermaulwurf (Spitzmausart), Wassermoschustier (afrikanisches Hirschferkel), Wassermotte, Wasserratte, Wasserreh, Wasserschwein, Wasserskorpion, Wasserspringschwanz (Schwarzer Wasserspringer), Wassertreter, Wasserspringratte, Wasserwanze und Wasserwolf (Regenwolf oder Gewittervogel, über das ganze Bild verstreute, gerade Schrift), in der Schifffahrt (Nautik): Fahrwasser, Kielwasser, Bilgenwasser (Leckwasser im unteren Schiffsraum), Wildwasser. Der Begriff Meteorwasser umfasst die Gesamtheit der auf die Erde gelangenden meteorologischen Niederschläge Regen, Hagel, Schnee, Tau und Reif.

Wasser spielt auch in allen **Religionen** eine bedeutende Rolle (**u.l.** bis **u.m.**). Im Christentum dient Weihwasser als Segenszeichen. Bei der Aufnahme eines Menschen in die christliche Gemeinschaft (Taufe) träufelt man einige Tropfen Wasser über den Kopf der Neugeborenen (**u.l.**). Im Buddhismus ist das Wasser Sinnbild für den Strom des Lebens. Zum Neujahrsfest wird Wasser in großen Mengen mit guten Wünschen für das Neue Jahr (Neujahrsfest Sangkram am 13.-15. April) auf die Umstehenden geschüttet (**u.l.**). Im Hinduismus gilt Wasser als die Urquelle des Lebens. Die Reini-



gung von Körper und Geist ist Kult, der alljährlich massenhaft im Ganges vollzogen wird. Im Judentum will man durch vollständiges Untertauchen in einem Tauchbad (hebräisch: Mikwe) rituelle Reinheit erzielen. Im Islam ist das Wasser Urbild des Reinen. Immer wiederkehrende Waschungen vor den Gebeten dienen der inneren und äußeren Reinigung (**u.m.**)

In der **Musik** und beim Gesang taucht das Wasser ebenfalls immer wieder auf, denken wir nur an die Volkslieder „*Wenn alle Brunnlein fließen...*“, „*Am Brunnen vor dem Tore...*“, „*Jetzt fahr'n wir über'n See...*“ und die Verszeilen aus dem bekannten Wanderlied von Wilhelm MÜLLER (1794-1827)^(3a): „*Vom Wasser haben wir's gelernt...*“. Auch das Lied von Isaac DUNAJEWSKI (Text: Wassilij LEBEDEW-KURNATSCH) hat Charme: „*Ja, es hat schon seinen Sinn, dass ich Wasserträger bin, ohne Wasser merkt euch das, wär' uns're Welt ein leeres Fass.*“

In der **Literatur** begegnen uns die Regentrude, der Wassermann, die Meerjungfrau, die Lorelei und viele andere direkt mit dem Wasser in Verbindung stehende Gestalten.



Wasser spielte in der Erdgeschichte stets eine wichtige Rolle. Vor ca. 4,5 Milliarden (Mrd.) Jahren war die Erde vollkommen mit Wasser bedeckt. Im Wasser entstanden die Verbindungen, die Grundlage für die Entwicklung des Lebens sind. Wasser begleitet die Evolution von Pflanzen, Tieren und Menschen. Große Klimaschwankungen führten dazu, dass die Erde mit Eis bedeckt war, dass Trockenzonen entstanden. Der Meeresspiegel war schon einmal um 120 m höher als heute. Das Mittelmeer war schon mehrmals ausgetrocknet. Große Meeresströmungen bestimmen bis heute entscheidend das Klima.^{8,9)}

Vom Beginn des Lebens auf der Erde und der Herausbildung der Menschheit an hatte Wasser immer eine enorme Bedeutung, weil es für das Leben unverzichtbar ist. Die Vorstellungen eines Urozeans oder Urwassers, die vor der Entstehung unserer Welt existiert haben sollen, finden sich sowohl in Babylonien wie im Alten Ägypten. Im 8. Jh.v.Chr.. hat der griechische Dichter HOMER über den Flussgott Okeanos geschrieben, er sei der ‚Ursprung der Götter‘ und der ‚Ursprung von

allen‘. Im 7. Jh. v.Chr. verfasste der Dichter ALKMAN eine Weltentstehungsgeschichte, an deren Anfang ebenfalls die Gewässer stehen. Im 10.-12. Jh. prägten die Tolteken die mittel(meso)-amerikanische, präkolumbianische Kultur (heute Zentralmexiko). Ein toltekisches Felsenrelief stellt die Wasser- und die Maisgöttin dar (**o.r.**), links daneben zwei Wassersymbole der nordamerikanischen Hopi-Indianer (‚Hopituh Shimunu‘,- ‚friedfertiges Volk‘, im heutigen Nordosten von Arizona).

Aufgrund der großen Bedeutung des Wassers wurde es nicht zufällig bei den frühesten Philosophen zu den vier Urelementen gezählt. THALES von Milet (wahrscheinlich 624-548 v.Chr.)^{3a)} sah im Wasser den Urstoff allen Seins. Für EMPEDOKLES (um 495-435 v.Chr.) sind die Träger des Seins ebenfalls die vier Urstoffe Feuer, Wasser, Luft und Erde, aus denen in seinem Modell der gesamte Kosmos besteht (**u.l.**). Damit wird er zum Begründer der Vier-Elemente-Lehre, doch bezeichnet er die Urstoffe nicht mit diesem Begriff, sondern nennt sie zu Recht ‚Wurzeln‘. Auch in der chinesischen Kultur ist Wasser in der taoistischen Fünf-Elemente-Lehre eines der Elemente neben Holz, Feuer, Erde und Metall. ARISTOTELES (384-322 v.Chr.), Schüler des griechischen Philosophen PLATON (428-348 v.Chr.), der seiner-

seits Schüler von SOKRATES war (469-399 v.Chr.), gehört zu den bekanntesten und einflussreichsten Philosophen und Naturforschern der Geschichte. Als bedeutender griechischer Universalgelehrter hat er zahlreiche Disziplinen selbst begründet oder maßgeblich beeinflusst, darunter Naturphilosophie, Biologie, Physik, Logik, Ethik, Dichtungs- und Wissenschaftstheorie. Nach seiner Vier-Elemente-Lehre besteht alles Sein in bestimmten Mischungsverhältnissen aus den vier Grundelementen (Essenzen oder Wurzelkräfte) als Prinzipien des Festen, Flüssigen, Gasförmigen und Glühend Verzehrenden. In seiner Philosophie benannte er ein fünftes Grundelement als ‚Äther‘ (**o.l.**).

Diese Lehre war so einleuchtend und hilfreich, dass sie über Jahrhunderte hinweg das Wissen über die Natur und die Wechselwirkungen zwischen den Stoffen bestimmte. Erst viel später, am Ausgang des Mittelalters bei der Herausbildung der Chemie als Wissenschaft, erkannte man, dass es sich bei diesen Urstoffen im wissenschaftlichen Sinne nicht um Elemente¹⁾, sondern um Gemische aus Elementen bzw. um molekulare Verbindungen und deren Gemische handelt. Dabei war das Wassermolekül (H_2O) noch das chemisch einfachste.

Chemisch gesehen ist **Wasser** eine Verbindung aus den Elementen Sauerstoff und Wasserstoff (chemische Formel: H_2O , Nomenklaturname: Wasserstoffoxid, **o.l.**). Wasser ist als Flüssigkeit durchsichtig und weitgehend farb-, geruch- und geschmacklos. Es ist die einzige chemische Verbindung auf der Erde, die in der Natur sowohl als Flüssigkeit wie auch als Festkörper und als Gas vorkommt. Die Bezeichnung ‚Wasser‘ wird dabei für den flüssigen Aggregatzustand verwendet. Im festen Zustand spricht man von ‚Eis‘, im gasförmigen Zustand von ‚Wasserdampf‘. In der chemischen Industrie spielt Wasser eine große Rolle, sowohl als Kühl- bzw. Wärmeaustauschmedium wie auch als Reaktionswasser. Die Chemieindustrie ist ein Großverbraucher von Wasser (Reinstwasser, Rohwasser, Prozesswasser, Kondenswasser). Deshalb sind chemische Großbetriebe auch immer an oder in unmittelbarer Nähe großer Flüsse angelegt worden. Bei kleineren Flüssen beobachtet man bei Wiedereinleitung des zur Kühlung benutzten Flusswassers in den Vorfluter ein Ansteigen der Wassertemperatur. Das möchte man aus Umweltschutzgründen so gering wie möglich halten. Für die Verwendung als Reaktionswasser sei hier als Beispiel der Prozess der Chlorhydrinierung zur Herstellung von Propylenoxid genannt, bei dem besonders große Wassermengen zum Einsatz kommen.^{2e)} Die Reinigung solcher Reaktionsabwässer

Fortsetzung des Textes zum ‚Wasser‘-Bild (Seite 8)

erfordert besonders hohe Aufwendungen (Abwasser, Schmutzwasser, Industrieabwasser).

Wasser ist ein universell einsetzbares, hervorragendes Lösungsmittel. Für besondere Reinheitsanforderungen setzt man destilliertes Wasser, deionisiertes Wasser oder enteistes Wasser ein (siehe Randzeilen oben). Ein Stoff gilt als gelöst, wenn sich seine Atome bzw. Moleküle im Lösungsmittel völlig homogen verteilt haben. Je nach Inhaltsstoffen spricht man z.B. von Ammoniakwasser oder Chlorwasser. Die Löslichkeit kann unbegrenzt sein (Beispiel Schwefelsäure H_2SO_4). Von ihrem Salz Natriumsulfat (Na_2SO_4) kann man bei 30°C bis zu 500g im Liter Wasser lösen. Die Löslichkeit ist temperaturabhängig.

Organische Verbindungen lassen sich teilweise nur begrenzt in Wasser lösen. Gut löslich sind polare Verbindungen, wie z.B. Alkohole. Bei begrenzt löslichen Organika können sich Flüssig-Flüssig-Gleichgewichte einstellen, z.B. gibt es bei Phenol in Wasser bei Raumtemperatur einen Bereich, in dem 8 % Phenol im Wasser gelöst sind und einen, in dem bis zu 25 % Wasser im Phenol gelöst sind. Solche Phänomene nutzt man bei der Flüssig-Flüssig-Extraktion, einer der Methoden zur Stofftrennung.^{10a)}



Nichtpolare Organika, wie z.B. Paraffine, Aromaten, Fette, Öle u.a. mischen sich schlecht oder gar nicht mit Wasser. Deshalb bilden sich bei Havarien von Erdöltankern wegen der geringeren Dichte auch Ölfilme bzw. -teppiche auf dem Wasser. Das kann zu verheerenden Umweltkatastrophen führen. Solche Stoffe lassen sich aber unter Bildung von Emulsionen (fein verteiltes Gemisch zweier normalerweise nicht mischbarer Flüssigkeiten ohne sichtbare Entmischung) miteinander verwirbeln.

Beispiele für Emulsionen aus dem täglichen Leben sind Milch, Mayonnaise und zahlreiche Kosmetika.

Früher haben sich in der **Malerei** die Künstler bei der Herstellung ihrer Farben auch der Milch, des Quarks u.a. organischer Inkredenzien bedient, für Aquarelle aber auch gern der Wasserfarben (**u.m.**). Bei wertvollen Urkunden und besonderen Schriftstücken, vor allem aber bei Geldscheinen, sind Wasserzeichen unverzichtbar (**u.r.**).

Das **Sternbild** ‚Wassermann‘ (**o.m.**) ist am herbstlichen Sternenhimmel zu sehen und spielt als Tierkreiszeichen (21. Januar bis 18. Februar) in der Astrologie eine Rolle.



Wasser weist mit 1 cal/g (4,184 kJ/kg·K) eine der größten Wärmekapazitäten aller Stoffe auf. Das macht Seen, Meere und Ozeane zu sehr guten Wärmespeichern, die unser Klima beeinflussen und ausgleichend wirken. Ein Beispiel haben wir hier in Mitteldeutschland vor unserer Haustür. Dort, wo vor mehr als 100 Jahren der Kohleabbau im Geiseltal die Grundlage schuf für die Entstehung und den Höhenflug der mitteldeutschen Chemieindustrie im Raum um Merseburg, Leuna und Schkopau ist in den letzten 20 Jahren der größte künstlich angelegte See Deutschlands entstanden. An den Hängen des Geiseltalsees gedeihen seitdem die Weinreben des nördlichsten Weinanbaugebietes Deutschlands ganz ausgezeichnet.

Das nicht normale thermische Verhalten von Wasser wird als „*Anomalie des Wassers*“ bezeichnet (**o.l.**). Wasser hat bei 4°C die größte Dichte und damit sein kleinstes Volumen. Deshalb schwimmt Eis auf Wasser und Fische und anderes Getier können auch bei zugefrorenen Gewässern gut überwintern. Aus den Bedürfnissen des Gebrauchs natürlichen Wassers mit seinen gelösten Inhaltsstoffen hat

sich der Begriff ‚Wasserhärte‘ entwickelt. Als ‚Härtebildner‘ wirken vor allem die schwerlöslichen Salze der Erdalkalimetalle Calcium (Ca) und Magnesium (Mg).¹⁾ So genanntes ‚weiches‘ Wasser weist einen Härtegrad von 0-8,4°dH auf (°dH/Grad deutscher Härte = 10 mg/l CaO), Wasser mittlerer Härte von 8,4-14°dH und ‚hartes‘ Wasser über 14°dH (**m.r.**).

Das Kristallwasser verleiht dem Kupfersulfat (CuSO₄)-kristall seine schöne tiefblaue Farbe (**o.r.**), ohne Kristallwasser ist er weiß. Wasserglas (amorphe, wasserlösliche Natrium-, Kalium- und Lithiumsilicate und ihre wässrigen Lösungen) findet wegen seiner Kleb- und Isolierkraft vor allem Verwendung in der Bauindustrie (Kettenstruktur von Natronwasserglas, **o.m.**).

Auch technische Lösungen sind eng mit dem Wasser verbunden. Schon im Mittelalter errichtete man Hochbehälter als ‚Wassertürme‘ (Prinzipzeichnung, **o.r.**) zur Speicherung und Druckerhöhung in den Wasserversorgungsnetzen. Der älteste Wasserturm Deutschlands ist der 1416 erbaute ‚Große Wasserturm‘ beim Wasserwerk am ‚Roten Tor‘ in Augsburg, dem ältesten Wasserwerk Deutschlands und wohl auch Mitteleuropas.^{2f)}

Die Höhe einer Wassersäule wurde als Maßeinheit für den Druck gewählt (historisch: Wassersäule von

10,33 m = 1 Atmosphäre = 1 bar, **o.r.**). Die Luftfeuchtigkeit wird mit einem Hygrometer gemessen (**m.u.**). Überall dort, wo man in nichteinsehbaren Behältern, Kesseln, Tanks o.ä. mit Wasser oder Flüssigkeiten umzugehen hat, benötigt man eine Wasserstandsanzeige (**m.r.**) Leichter ist der Wasserstand in Gewässern (Pegel) an den weithin sichtbaren Wasserstandsmessern zu erkennen und abzulesen (**u.r.**).

Ein einfaches Laborgerät ist das Wasserbad (**u.l.**), mit dem empfindliche Reaktionsgemische in Kolben schonend aufgeheizt werden können. Zur Erzeugung von Vakuum bedient man sich im Labor einer Wasserstrahlpumpe (**m.m.,r.**), bei großtechnischen Anwendungen bedarf es anderer, größerer Apparate. Ein Staudruck-Wasserheber (Stoßheber oder ‚hydraulischer Widder‘) ist eine wassergetriebene Pumpe, die sich besonders dafür eignet, Wasser aus nahen Fließgewässern auf ein höheres Niveau zu heben (**m.r.**). Links daneben die im Jahr 1879 von dem amerikanischen Ingenieur Lester PELTON (1829-1908) konstruierte und nach ihm benannte Turbine, die die Bewegungsenergie des Wassers nutzt, um Strom zu erzeugen durch den Zufluss von Wasser aus einem höher gelegenen Gewässer, z. B. einem Stausee. Pelton-Turbinen werden vorwiegend bei Wasserkraftanlagen mit hohem Nutzgefälle, aber eher geringeren Durchflussmengen eingesetzt (Hochdruckkraftwerk, **m.r.**).

Das kovalent (fest) im Wasser gebundene Wasserstoffatom (H) kann mit elektronegativeren Atomen, wie Sauerstoff (O), Stickstoff (N), Fluor (F) u.a., so genannte ‚Wasserstoffbrückenbindungen‘ eingehen (m.m.), die als zwischenmolekulare Kräfte (Nebervalenzbindungen) in geringerer Stärke als kovalente Bindungen ausgebildet werden. Sie führen zur besseren Mischbarkeit von kurzketigen Alkoholen mit Wasser, zu einer guten Wasserlöslichkeit von Gasen, wie Ammoniak (NH₃) oder Kohlenstoffdioxid (CO₂), von einfachen Sacchariden (Monosaccharide, Disaccharide) und Polymeren wie Polyethylenglycol, erhöhen Siede- und Schmelzpunkte sowie Verdampfungsenthalpien vieler Verbindungen, die Hydroxy- oder Aminogruppen tragen.

Im Gegensatz zu dem herkömmlichen, bisher beschriebenen und in diesem Kontext auch als ‚Leichtes Wasser‘ bezeichneten (H₂O, Wasserstoffoxid, Molmasse: 18,0153 g/mol) gibt es auch noch ‚Schweres Wasser‘ (D₂O, Deuteriumoxid, Molmasse: 20,0286 g/mol) bei dem die H-Atome des Wassermoleküls durch ihr Isotop Deuterium (D) ersetzt sind. Es kommt in sehr geringer Menge im normalen Wasser vor, aus dem es durch verschiedene Anreicherungsverfahren auch gewonnen werden kann. Aufgrund seiner geringeren Reaktionsfähigkeit und niedrigeren Lösefähigkeit wird es als Moderator und Kühlmittel in Schwerwasserreaktoren eingesetzt. ‚Halbschweres Wasser‘ (HDO

Fortsetzung des Textes zum ‚Wasser‘-Bild (Seite 8)

Hydrodeuteriumoxid, Molmasse: 19,017 g/mol) enthält nur ein D-Atom, ‚Überschweres Wasser‘ (T₂O, Tritiumoxid, Molmasse: 22.031 g/mol) enthält das Isotop Tritium anstelle Wasserstoff.

‚Königswasser‘ hat nichts mit dem üblichen, normalen Wasser zu tun. Es ist ein Gemisch von konzentrierter Salzsäure (HCl, 37%ig) und konzentrierter Salpetersäure (HNO₃, 65%ig). Diese ‚Königssäure‘ vermag es als einzige, die ‚königlichen‘ Metalle Gold und Platin aufzulösen.

Aus Wasser können durch Elektrolyse die gasförmigen, industriell dringend benötigten Elemente und Rohstoffe Wasserstoff (H₂) und Sauerstoff (O₂, beide Gase treten nur molekular auf) hergestellt werden (m.m.). Dieser Vorgang geht auch in einer durch das Sonnenlicht (h_ν) bestrahlten photochemischen Solarzelle vonstatten (o.m.,r.). Aktuell gewinnen diese Verfahren zur Herstellung von Wasser- und Sauerstoff durch Elektrolyse des Wassers infolge der Anstrengungen zur Bewältigung des Klimawandels und der Reduzierung der Erderwärmung auf unter 2°C gewaltig an Bedeutung. Dadurch eröffnet sich eine interessante und praktikable Möglichkeit der Speicherung von Wasserstoff in Solkavernen (in Salzstöcken 500-1.000 Meter unter der Erdoberfläche), die das aktuelle Problem des unregelmäßig und in nicht vorhersagbarem Umfang anfallenden Stromes aus erneuer-



baren Energiequellen (Wind- und Solarkraft) in großvolumigem Maßstab lösen kann.^{2g,h,i)} Andererseits wird mit der gerade beginnenden, noch stark auszubauenden, großtechnischen Erzeugung von ‚grünem‘ Wasserstoff (im Gegensatz zu ‚grauem‘ Wasserstoff auf Basis Erdgas) ein Strukturwandel in der Rohstoffbereitstellung für zahlreiche Industriezweige eingeleitet. Hierbei kann die chemische Industrie, die schon seit jeher viele Erfahrungen mit der Herstellung, dem Umgang und der Lagerung von Wasserstoff gemacht hat, ihre Expertise einbringen.^{2g-j)}

In der Chemieindustrie sind es vor allem Hydrierprozesse, für die Wasserstoff gebraucht wird. Doch auch in der Stahlindustrie experimentiert man schon mit dem Wasserstoffeinsatz. Im Mobilitätssektor wird Wasserstoff aller Voraussicht nach vor allem bei größerem Kraftbedarf eingesetzt werden (Brennstoffzelle, Lastkraftwagen, Schiffe, Flugzeuge). Im PKW-Sektor bleibt es wahrscheinlich bei den Lithiumbatterien.

Das ‚Wasser‘-Bild im Format 50x40 cm wurde im Oktober/November 2020 gezeichnet.

„Luft“

So unverzichtbar für unser Leben wie das Wasser ist auch die Luft. „*Ohne Luft kein Leben*“ überschreibt deshalb unser Zeichner Jürgen DUNKEL dieses Bild (**o.m.**). Das wird im Zentrum des Bildes ganz deutlich: Wir Menschen benötigen die Luft zum Leben. Für uns ist sie quasi ein ‚Lebensmittel‘, ein ‚Lebenselexier‘. Der Mensch atmet etwa 8,5 Liter Luft pro Minute ein und wieder aus (**m.m.**, das sind am Tag rund 12 m³. In Deutschland werden bei 83,1 Mio. Einwohnern [Stand vom 31.3.2021] fast eine Mrd. Kubikmeter Luft pro Tag veratmet).

Schon in der griechischen Naturphilosophie war ‚Luft‘ eines der vier Grundelemente (vgl. Seite 12). Der griechische Philosoph PLATON (428-348 v. Chr.)^{3a)} wurde der Namensgeber für fünf Körper, Polyeder mit größtmöglicher Symmetrie, die in der Antike sehr ausführlich studiert worden sind.^{3b)} THEAITETOS (415-69 v. Chr.) band die ‚platonischen Körper‘ in sein philosophisches System ein, indem er sie den vier damals definierten Elementen zuordnete: das Tetraeder stand für **Feuer**, das Oktaeder für **Luft**. Das Ikosaeder wurde mit **Wasser** assoziiert und das Hexaeder mit **Erde**. Das Dodekaeder ließ sich nach dieser Theorie mit dem von ARISTOTELES (384-322 v. Chr.) postulierten fünften Element ‚**Äther**‘/**Kosmos** gleichsetzen (im Sinne Luft/Luftareal, nicht als chemischer Stoff, nach UPAC-Nomenklatur: Ether).

Das mittelalterliche, alchemistische Zeichen für Luft war ein Dreieck mit der Spitze nach oben und mit einem Querstrich (**m.l.**). Rechts darüber ein blaues Symbol für Luft.

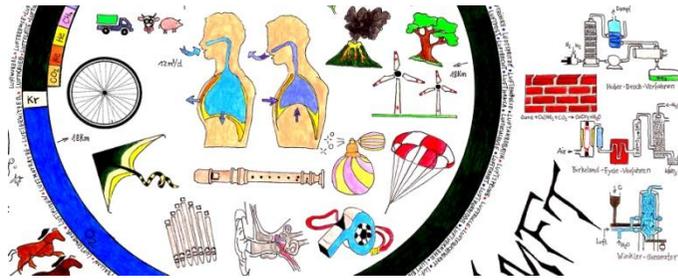
Der wichtigste Bestandteil der Luft für die Atmung des Menschen und aller anderen Lebewesen ist der Sauerstoff (**O₂**), der mit 20,95 Vol.-% darin enthalten ist (**m.m.**). Der Mittelkreis gibt die Zusammensetzung der Luft, des Gasgemisches unserer Erdatmosphäre, wieder. Luft besteht neben dem Sauerstoff (**blauer** Teil des Mittelkreises), zu 78,08 Vol.-% aus Stickstoff (**N₂**, die Gase treten nur molekular auf, dunkelgrüner Teil) und zu 0,93 Vol.-% aus Argon (**Ar**, grauer Teil, im Bild fälschlicherweise als **Kr** ausgewiesen). Mit deutlich geringeren Anteilen sind als weitere Bestandteile in der Luft enthalten: 0,0407 Vol.-% Kohlendioxid (**CO₂**, **braunes** Kästchen, direkt am Ring, **m.r.**), 0,001818 Vol.-% Neon (**Ne**, **orange**), 0,000524 Vol.-% Helium (**He**, **gelb**), 0,00016 Vol.-% Methan (**CH₄**, **lila**), 0,000114 Vol.-% Krypton (**Kr**, **blau**) und 0,0000524 Vol.-% Wasserstoff (**H₂**, **rotes** Kästchen).

Die (meiste) Luft befindet sich in der Troposphäre, die an den Polen etwa 8 km und am Äquator etwa 18 km an Höhe über dem Erdboden beträgt.

Wenn auch nur in Bruchteilen in der Erd-

atmosphäre enthalten, haben doch schon geringe Erhöhungen des Anteils an Kohlendioxid und Methan (so genannte ‚Klimakiller‘) eine verheerende Wirkung auf das Weltklima. Heute weisen verstärkt auftretende Starkregen, Waldbrände und andere Wetterextreme auf den bereits einsetzenden Klimawandel hin. Klimaforscher und Meteorologen befürchten, dass das Abschmelzen der Polkappen und die Erwärmung der Ozeane zu einer Veränderung, im schlimmsten Falle zu einem Stillstand des ‚Jetstreams‘ (Strahlstrom, bis zu 5000 km lang und bis zu 5 km dick, ein sich dynamisch verlagerndes Starkwindband, das meist im Bereich der oberen Troposphäre mit Windgeschwindigkeiten bis zu 540 km/h auftritt). In Folge dessen kann es zu solchen, oben genannten Wetterereignissen führen. Aufgabe der heute lebenden Generationen ist es deshalb, den menschengemachten CO₂-Ausstoß drastisch zu verringern und den dadurch verursachten, weltweiten Temperaturanstieg möglichst auf 1,5°C (bezogen auf 1990) zu begrenzen.

Wind ist die Luftbewegung in der Atmosphäre (Windhund, **u.l.**). Wind kann zum Sturm, zum Orkan, zum Tornado werden und große Schäden auf der Erde anrichten. Wind hat in der Vergangenheit und bis in die Gegenwart hinein Mühlen angetrieben (historisch zum Mehlmalen, bis heute zur Wasserförderung, Beispiel Niederlande). Wind treibt



Fortsetzung des Textes zum ‚Luft‘-Bild (Seite 16)

Windräder an, die heute einen beträchtlichen Teil der erneuerbaren Energie erzeugen (im Kreis, **m.r.**).

Was kann, was macht Luft? Luft treibt Windmühlen und -räder an (s.o.), Luft nimmt Raum ein (Beispiel: Fahrradreifen, **m.l.** im Mittelkreis), Luft trägt (Drachen, **m.l.,u.**), Luft bremst (Fallschirm, **m.r.,u.**), Luft erzeugt Töne (Flöte, Orgel, Trillerpfeife, **u.m.**), Luft überträgt Schall (Ohr mit Trommelfell, **u.m.**) und Dünste (Parfümzerstäuber, **m.r.,u.**). Luft wird industriell genutzt als Transportmittel für Stoffe (Elevatoren, Transportgebläse für Schüttgut) und als Wärmeübertragungsmittel (Beispiel: Luftkühler, **o.l.**).

Druckluft ist in der Industrie zweitwichtigster Energieträger und wird neben Elektrizität, Gas und Benzin als vierter Hilfsstoff bezeichnet. Presslufthammer, Sprühpistole oder Blasebalg sind Werkzeuge bzw. Instrumente, die mit Pressluft funktionieren bzw. diese erzeugen (**o.l.**).

Die starke Wirkung des Luftdrucks hat Otto von GUERICKE (1602-86, Erfinder der Kolbenpumpe) auf spektakuläre Art und Weise mit seinen Vakuumexperimenten („Magdeburger Halbkugeln“) in Magdeburg 1657 öffentlichkeitswirksam demonstriert. Zwei

Gespanne mit je acht Pferden konnten die beiden, unter Vakuum stehenden Halbkugeln nicht auseinanderziehen (**u.l.**).

Luft als Rohstoff: Eine Zink-Luft-Batterie ist eine Primärzelle, deren Spannung durch die Reaktion des Zinks (**Zn**) mit dem Sauerstoff (**O₂**) der Luft entsteht (**o.r.**, heute z.B. in Knopfzellen von Hörgeräten). In der Brennstoffzelle (galvanische Zelle, in der die chemische Reaktionsenergie eines kontinuierlich zugeführten Brennstoffes mit einem Oxidationsmittel in elektrische Energie umgewandelt wird) wird z.B. Wasserstoff (**H₂**) mit dem Sauerstoff der Luft zu elektrischem Strom und Wasser umgesetzt (**o.r.,u.**).

Das HABER-BOSCH-Verfahren setzt unter sehr hohem Druck den Stickstoff (**N₂**) der Luft mit Wasserstoff (**H₂**) zu Ammoniak (**NH₃**) um (‘Dünger aus Luft‘, **m.r.**). Ausgewählte Exponate dieser frühen Chemietechnologie (erbaut 1916 im Leuna-Werk) sind heute noch im Deutschen Chemie-Museum (DChM) Merseburg zu besichtigen.

Luftmörtel: Aus Sand (**SiO₂**) und gelöschtem Kalk (**Ca(OH)₂**) wird ein Mörtel angerührt, der dann mit dem Kohlendioxid (**CO₂**) der Luft in wenigen Stunden zu einem festen Calciumcarbonat (**CaCO₃**) aushärtet, während das dabei entstandene Wasser verdunstet (**m.r.**).

Das 1903 von Kristian BIRKELAND (1867-1917) und Samuel EYDE (1866-1940) für die Erzeugung

von Nitratdüngern entwickelte Verfahren zur Herstellung von Salpetersäure (**HNO₃**) durch ‚Luftverbrennung‘ (**m.r.**) wurde wegen seiner Ineffizienz bereits in den 1920er Jahren durch modernere Verfahren ersetzt.

Synthesegas (industriell hergestellte Gasgemische, die hauptsächlich Kohlenstoffmonoxid und Wasserstoff neben wechselnden Mengen weiterer Gase enthalten) kann durch Vergasung von Braunkohle mit Luft in von Fritz WINKLER (1888-1950) entwickelten Wirbelschichtreaktoren (Winkler-Generator) erzeugt werden (**u.r.**). Die 1926 im Leuna-Werk in Betrieb gegangenen Anlagen wurden bis Anfang der 1990er Jahre für die Herstellung eines Methanolsynthesegases aus Kohlenmonoxid (**CO**) und Wasserstoff genutzt.

Im oberen Teil des Mittelkreises wird auf die Luftverschmutzung aufmerksam gemacht. Die menschengemachten (anthropogenen) Emissionen (Abgabe von Substanzen oder Strahlen an die Umwelt) entstehen durch Verkehr, Landwirtschaft, Heizung und Industrie. Die dabei entstehenden Schadstoffe Schwefeldioxid (**SO₂**), Stickoxide (**NO_x**), Ammoniak (**NH₃**), Methan (**CH₄**), Kohlendioxid (**CO₂**), Kohlenmonoxid (**CO**), Ruß (**C**), Gummiabrieb und flüchtige organische Verbindungen (VOC, ‚volatile organic compounds‘) gelangen als Gase, Stäube, Tröpfchen und Nebel sowie Feinstaub in die Atmosphäre (**o.l.** im Mittelkreis). Nicht zu vergessen: Natürliche Einflüsse, wie Waldbrände und Vulkanausbrüche, verursachen ebenfalls erhebliche Emissionen (**o.r.**).

Durch Immission (Einwirkung von Störfaktoren auf Mensch und die natürliche Umwelt) kehren sie zurück auf die Erde. Durch Transmission finden Reaktionen statt (z.B. Säurebildung) und durch Deposition werden die Stoffflüsse aus der Erdatmosphäre (nass oder trocken) wieder auf die Erdoberfläche zurückgeführt.

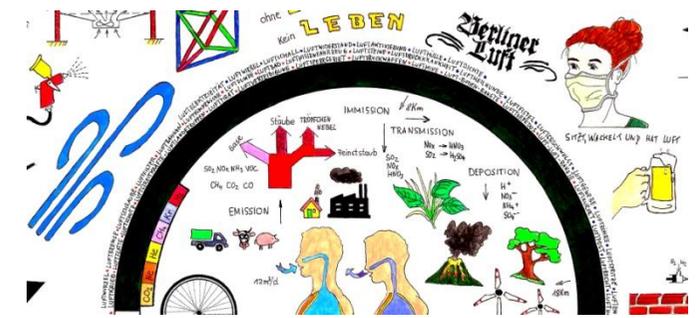
Um den Mittelkreis herum sind 68 Namen aus Natur (13), Medizin (8), Sport (3) und Militärtechnik (13) sowie Namen für Alltagsgegenstände (18) und allgemeine Begriffe (13) aufgeführt, die alle mit dem Wortteil ‚Luft‘ beginnen: (oben links beginnend mit Begriffen aus der natürlichen Umwelt) Luftelektrizität, Luftwirbel, Luftschall, Luftwiderstand, Luftaktivierung, Lufthülle, Luftdichte (**o.m.**), (weiter in der zweiten Reihe links beginnend) Luftwurzel, Luftbremse, Luftschraube, Luftfilter, Luftbahnen, Luftkompressor, Luftpumpe, Luftbad, Luftkissenfahrzeug, Luftsteine, Luftdruckkrankheit, Luftheilkunde, Luftfistel, Luftgeschwulst, Luftgewebe, Luftröhre, Luftspritze, Luftembolie, Luftakrobatik, Luftsprung, Luftrolle, Luftfeuchtigkeit, Luftverschmutzung, Luftdünger, Luftdruck, Luftloch, Luftströmung, (weiter in der dritten Reihe dicht am Ring Mitte links am grauen Feld beginnend mit der Militärtechnik) Luftkrieg, Luftflotte, Luftschutz, Luftstreitkräfte, Luftlandetruppen, Luftpirat, Luftverteidigung, Luftperrgebiet, Luftdruckwaffen, Luftmine, Luft-Boden-Rakete, Lufttorpedos, Luft-Luft-Rakete, Luftkurort, Luft-

Fortsetzung des Textes zum ‚Luft‘-Bild (Seite 16) post, Luftrecht, Lufthansa, Luftschleuse, Luftfahrt, Luftkorridor, Luftverkehr, Luftbild, Luftspiegelung, Luftlinie, Luftanalyse, Luftstraße, Luftsack, Luftreifen, Luftsattel, Luftballon, Luftgewehr, Luftkissen, Luftmatratze, Luftherhitzer.

Es gibt eine 10 Euro-Münze ‚In der Luft‘ (Kupfer-Nickel-Legierung mit durchsichtigem Kunststoffring, Herausgabe: 4.4.2019, **m.l.**,u.). Ein am 4.7.1893 von Alphonse Louis Nicolas BORELLY (1842-1926) in Marseille entdeckter Asteroid ist nach der Luft als ‚Aëria‘ benannt (**m.l.**).

Das 1904 von Paul LINCKE (1866-1946) komponierte Operettenlied „*Das ist die Berliner Luft*“ besingt den „*besondern Duft*“ der Großstadt und wurde bald zum Gassenhauer. Heute ist es so etwas wie eine inoffizielle Berlin-Hymne (**o.m.**,r., ‚Berliner Luft‘ wurde ein Dessert aus Eigelb, Eisschnee, Zucker, Gelatine und Himbeersaft in einem Kochbuch von 1897 genannt, so hieß in der DDR ein Pfefferminzlikör). Am 7.9.2020 wurde der internationale Tag der sauberen Luft für einen blauen Himmel durchgeführt („*International day clean air for blue skies*“, **u.m.**,l).

Wenn die fossilen Rohstoffe Erdgas und Erdöl wegen der bei ihrer Verbrennung entstehenden CO₂-Emissionen nicht mehr eingesetzt werden dürfen und zudem die CO₂-Belastung der Erdatmosphäre heruntergefahren werden muss, bietet es sich an, das CO₂ der Luft als Kohlenstoffquelle zu nutzen (was wegen der Stabilität dieses Moleküls gar



nicht so einfach ist). Schon heute gelingt es, aus CO₂ und ‚grünem‘ Wasserstoff mit Hilfe von Katalysatoren Methanol (CH₃OH, Reaktionsgleichung, **u.m.**) herzustellen, das als Chemiezwischenprodukt und als Kraftstoffzusatz genutzt wird.

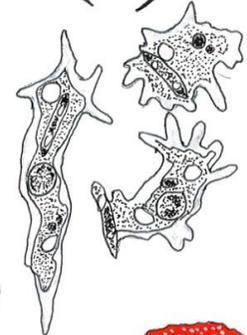
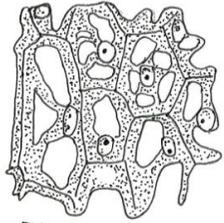
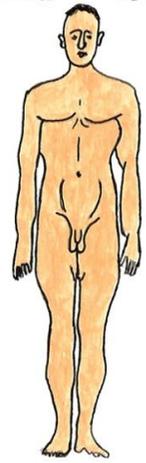
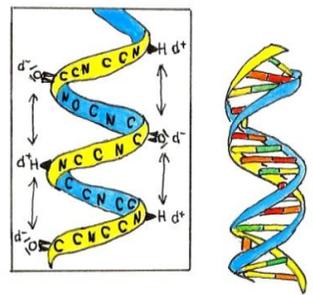
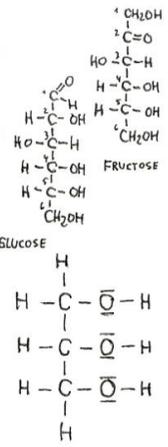
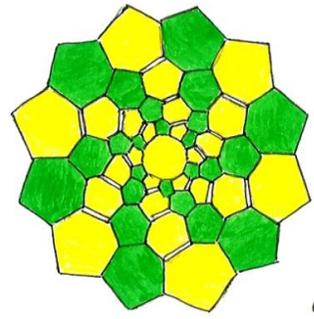
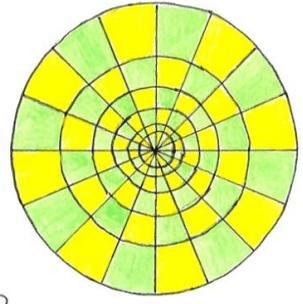
Neuartig ist ein Eisen-Luft-Akku, der in Zukunft die Akkumulatorenherstellung für die Energiespeicherung rentabler machen könnte (**u.m.**,r.).

Die biologische Photosynthese (**u.l.**) erzeugt durch Licht aus CO₂ und Wasser energiereiche Biomoleküle und gibt zusätzlich Sauerstoff (O₂) an die Atmosphäre ab. Daran sieht man, wie wichtig Waldflächen für das Klima sind.

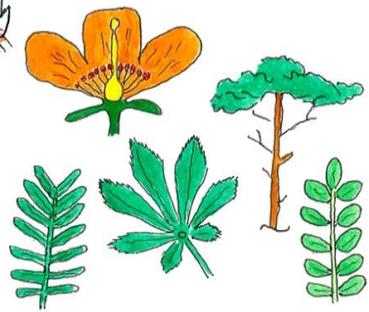
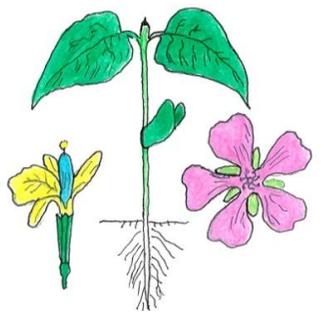
Schließen wir das Bild ab mit zwei allgegenwärtigen Redewendungen über die Luft. Biertrinker sagen gern zum Wirt: „*Lass mal die Luft aus dem Glas!*“ Und beim erfolgreichen handwerkeln begutachten wir unsere Arbeit mit „*Sitzt, wackelt und hat Luft!*“ (mit aktueller Anspielung auf die Coronapandemie, Mund- und Nasen-Schutz, **o.r.**).

Das ‚Luft‘-Bild im Format 40x30 cm wurde im September 2021 gezeichnet.

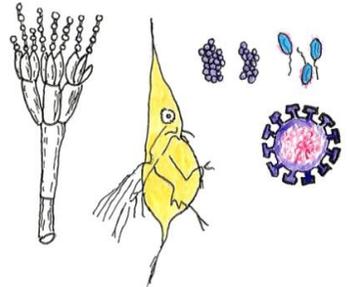
BIOLOGIE



BOTANIK



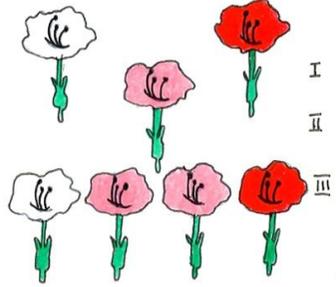
MOLEKULARBIOLOGIE



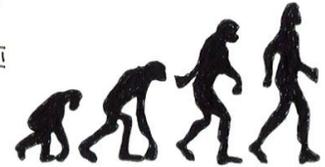
HUMANBIOLOGIE



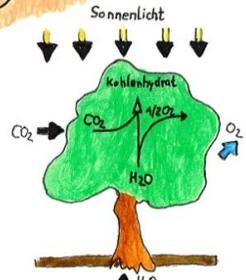
VERHALTENSBIOLOGIE



GENETIK

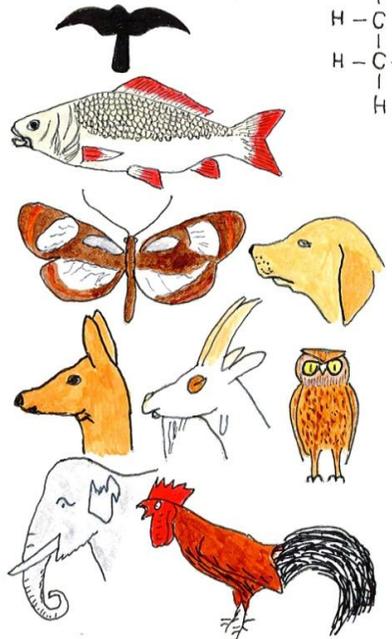


ENTWICKLUNGSBIOLOGIE



PHYSIOLOGIE

ZOOLOGIE



MIKROBIOLOGIE



ÖKOLOGIE



„Biologie“

Die griechische Vorsilbe **„Bio“** steht für ‚Leben‘, in der Werbung und im ‚Mainstream‘ (Hauptströmung) unserer Tage eher für ‚gesund leben‘ bzw. ‚gesund ernähren‘. Denn *„Gesundheit ist Alles, aber ohne Gesundheit ist alles Nichts“*.⁵⁾

Blickfang des Bildes **„Biologie“** sind der ‚blutrote‘ Schriftzug des Themas (*„Blut des Lebens“*) und die Körper eines Mannes (**o.m.**) und einer Frau mit ihrem ungeborenen Kind im Leib (**m.r.**). Diese Bilder stehen für den Urbegriff des **„Lebens“**.

Mit der blauen Uhr neben der Frau (**m.r.**) will der Zeichner darauf hinweisen, dass die Gebärfähigkeit jeder Frau einmal endet. Oft ist es *„fünf vor Zwölf“*. Die biologische Uhr tickt und jedes Paar sollte diesen Zeitpunkt nicht verstreichen lassen. Denn Nichts ist erfüllender, als das Heranwachsen von Kindern erleben und begleiten zu dürfen.

Biologie^{3b)} ist die Lehre (griechisch: *„logos“*) von der belebten Materie, den Lebewesen. Sie ist als Wissenschaft ein Teilgebiet der Naturwissenschaften und befasst sich mit den allgemeinen Gesetzmäßigkeiten des Lebendigen und mit den Besonderheiten der einzelnen Individuen. Der im Mittelpunkt stehende Mensch ist hier das Symbol für den Teilbereich der **„Humanbiologie“** (**o.m.**).

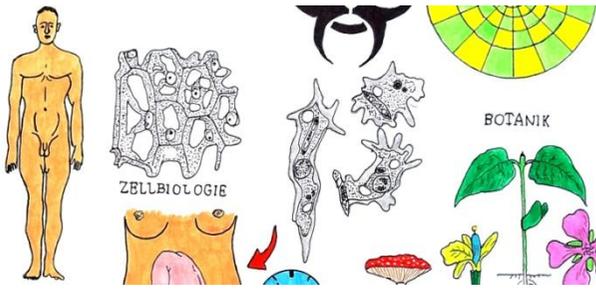
In der untersten Zeile des Bildes sind in den sechseckigen (Benzol)-Ringen die im menschlichen Körper nachgewiesenen und ihn aufbauenden Elemente in der Reihenfolge ihres Vorkommens angeordnet. Die **rot** unterlegten (>1 Kilogramm bei einem ca. 70 kg schweren Menschen)¹¹⁾: Sauerstoff (**O**, 63,3%), Kohlenstoff (**C**, 20,1 %), Wasserstoff (**H**, 10,1%), Stickstoff (**N**, 2,9%), Calcium (**Ca**, 2,0%), die **gelb** unterlegten (1 kg bis 10g): Phosphor (**P**, 0,94%), Kalium (**K**, 0,24%), Schwefel (**S**, 0,20%), Natrium (**Na**, 0,10%), Chlor (**Cl**, 0,10%) und Magnesium (**Mg**, 0,04%), den Rest bilden Spurenelemente (insgesamt 0,006%): davon die **blau** unterlegten (10g bis 100mg), Eisen (**Fe**, davon ca. 0,004%), Fluor (**F**), Zink (**Zn**), Silizium (**Si**) und Rubidium (**Rb**), sowie die **grün** unterlegten (100mg bis 1mg) Kupfer (**Cu**), Aluminium (**Al**), Cadmium (**Cd**), Bor (**B**), Barium (**Ba**), Selen (**Se**), Jod (**J**) und Zinn (**Sn**, zur Charakteristik der Elemente siehe¹⁾).

Wir Chemiker führen gern die Betrachtung der Elemente ins Feld. Nun muss man aber nicht denken, der Mensch sei ein ‚Chemiewerk‘. Vielen Leuten macht aufgrund manch prekärer Umweltsituation jede Art von ‚Chemie‘ Angst. Das muss nicht sein. Der menschliche Körper besteht aus komplexen organischen (biologischen) Verbindungen, die vorwiegend aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff aufgebaut sind und viele der

Prozesse im lebenden Organismus verlaufen nach den Naturgesetzen, die auch in der Chemie gelten.

Die Spurenelemente sind unverzichtbar (essenziell), verleihen sie doch den menschlichen Zellen ihre Stabilität und Funktionsfähigkeit. Eine zu geringe Menge oder gar das Fehlen essenzieller Spurenelemente ruft in Lebewesen Mangelkrankungen hervor. Daraus ergibt sich auch die Schlussfolgerung, sich möglichst mit viel Gemüse und Obst so normal wie möglich zu ernähren.

Mit der Struktur und Funktion biologischer Makromoleküle, befasst sich die **„Molekularbiologie“** (**o.l.**). Sie erforscht Struktur, Biosynthese und Funktion von Desoxyribonukleinsäure (DNA) und Ribonukleinsäure (RNA) in Wechselwirkung mit Proteinen (Proteinsäuren), Kohlehydraten (Glucose, Fructose) und Lipiden (Fette, Glycerin). Sie untersucht die molekularen Grundlagen der Vererbung: die Struktur der molekularen Träger der Erbinformation, die Vervielfältigung dieser Makromoleküle (Replikation) und die dabei auftretenden Veränderungen (Mutationen, Rekombination). Die Molekularbiologie überlappt sich dabei immer mehr mit Biologie und Chemie, insbesondere mit Genetik und Biochemie.



Fortsetzung des Textes zum ‚**Biologie**‘-Bild (Seite 20)

Die ‚**Genetik**‘ (Vererbungs- oder Abstammungslehre) befasst sich mit den Gesetzmäßigkeiten und materiellen Grundlagen der Ausbildung von erblichen Merkmalen und der Weitergabe von Erbanlagen (Genen) an die nächste Generation. Die von Gregor MENDEL (1822-84)^{3a)} begründete klassische Genetik untersucht, in welchen Kombinationen die Gene in Kreuzungsexperimenten bei den Nachkommen auftreten (MENDELsche Uniformitäts-, Spaltungs- und Unabhängigkeitsregel, **u.m.**). Vom Biologen Carl CORRENS (1864-1933) wurde die Wunderblume („*Mirabilis Jalapa*“, **m.r.**) als Modellorganismus für die Demonstration der Vererbungsregeln verwendet.

Die ‚**Mikrobiologie**‘ ist die Wissenschaft von den Mikroorganismen. Das sind Lebewesen, die als Individuen nicht mit bloßem Auge erkannt werden können (Pinselschimmel, Protozoen/Ur tierchen, Bakterien/Staphylokokken/Pseudomonas und Viren, die aber nicht als Lebewesen gelten, v.l.n.r., **m.l.**).

Die ‚**Zellbiologie**‘ (Zytologie) blickt mit Hilfe der Mikroskopie und molekularbiologischer Methoden in die menschlichen Zellen, um biologische Vorgänge auf zellulärer Ebene zu verstehen und aufzuklären (die Zellbiologie hat enge Kontakte zu den Nachbardisziplinen Biochemie, Molekularbiologie, Botanik, Zoologie, Physiologie, Entwicklungsbiologie und Immunologie, Pflanzenzelle **o.m.** und Wechseltierchen **o.r.**).

Die Wiege der Menschheit, konkret die der Familie der ‚Menschenartigen‘ („Hominoidea“) wird vor 23 bis 16 Mio. Jahren im Miozän Ostafrikas vermutet.¹²⁾ Danach trennte sich die Entwicklungslinie auf. Eine führte zu den Gibbons (Hylobatidae), die andere zur Schwestergruppe der (großen) Menschenaffen (Hominidae), den Gorillas und Schimpansen, unseren sehr weit entfernten Vorfahren. Die Menschwerdung des Affen trat ein, als sich die Tiere aufrichteten, dadurch die Hände freibekamen zum Greifen, zum aktiven Verändern ihres Lebensumfeldes (Arbeit) und damit (bei gleichzeitigem Wachstum des Großhirns) zum Begreifen der Natur (Denken). Dieser Stammesgeschichte unserer Entwicklung vom Menschenaffen zum Menschen widmet sich die ‚**Entwicklungsbiologie**‘ (**u.r.**).

Mit dem heutigen Verhalten von Mensch und Tier beschäftigt sich die ‚**Verhaltensbiologie**‘. Am bekanntesten sind die Hundexperimente des rus-

sischen Mediziners, Physiologen und Verhaltensforschers, Iwan Petrowitsch PAWLOW (1849-1936), der nachweisen konnte, dass die Speichelsekretion eines Hundes nicht erst mit dem Fressvorgang beginnt, sondern bereits beim Anblick der Nahrung. Selbst ein Klingelton, kann die Sekretion von Speichel und anderen Verdauungssäften auslösen, wenn er regelmäßig der Fütterung vorausgeht (**m.m.**).

Verlassen wir nun die doch eher theoretischen Betrachtungen der einzelnen Zweige der Biologie und wenden uns der Fauna und Flora, unserer natürlichen und konkreten Umwelt zu.

Besonders angetan hat es uns der deutsche **Wald**, finden wir doch Ruhe und Erholung in ihm. Unterm grünen Blätterdach ist es meist etwas feuchter als draußen und bei Hitze angenehm kühl. Dafür sorgen die Bäume durch ihre physiologische, biochemische Funktion. In ihren Blättern werden mit Hilfe des grünen Farbstoffs Chlorophyll durch die Lichteinstrahlung in einer ‚oxygenen‘ Photosynthese aus CO₂ und Wasser Kohlehydrate und Sauerstoff gebildet (**m.r.**). Deshalb gehen wir so gern im Wald spazieren und atmen dort tief durch. Es wird außerdem immer deutlicher, welchen großen Beitrag die Wälder der Erde zur Verringerung der CO₂-Konzentration in der Erdatmosphäre leisten und so zur Begrenzung der Klimaerwärmung beitragen können.

Die Tierwelt (Fauna) repräsentieren im ‚Biologie‘-Bild: Turmfalke, Rotfeder, Schmetterling, ‚Laborator‘-Hund, Hirschkuh, Ziege, Eule, indischer Elefant, Hahn, Schnellläufer- und Marienkäfer (**m.l.**). Die ‚Zoologie‘ (im weitesten Sinne auch ‚Tierkunde‘) ist die Teildisziplin der Biologie, die mit verschiedenen naturwissenschaftlichen Methoden Gestalt und Körperbau (Morphologie, Anatomie), Lebenstätigkeiten (Physiologie), Entwicklungs- und Stammesgeschichte (einschließlich Paläozoologie), Erbgeschehen (Genetik), Verbreitung (Zoogeographie) sowie das Verhalten der Tiere untersucht und eine Systematik des Tierreiches erstellt.

Auf die Pflanzenwelt (Flora) weisen im Bild einzelne Pflanzen und Blüten (radialstrahlig, asymmetrisch, unregelmäßig), ein Blätterpilz (Fliegenpilz), ein Baum sowie Blätter von Robinie, Rosskastanie und Flügelnussbaum hin (**m.r.**). Die ‚Botanik‘ (Phytologie, Pflanzenkunde, Pflanzenwissenschaft) erforscht Lebenszyklus, Stoffwechsel, Wachstum und Aufbau der Pflanzen sowie ihren wirtschaftlichen Nutzen (Nutzpflanzen) und ihre Systematik. Ursprünglich geht die Botanik auf das medizinisch/heilkundliche Befassen mit Heilpflanzen zurück. Eine erste abstrakt-wissenschaftliche Untersuchung und Systematisierung des Pflanzenreiches geht auf THEOPHRASTOS von Eresos (um 371-287 v.Chr.) zurück.

Fortsetzung des Textes zum ‚Biologie‘-Bild (Seite 20)

Eine Vielzahl von Nutzpflanzen ist von unseren Vorfahren landwirtschaftlich kultiviert worden. Züchtungen haben zu immer besseren Erträgen geführt, so dass heutzutage die moderne Landwirtschaft in den fortgeschrittenen und entwickelten Ländern mit immer weniger Bauern und Landwirten ihre Bevölkerung gut zu ernähren vermag. Der weltweite Handel führte dazu, dass heute überall auf der Welt auch exotische Früchte angeboten werden können. War in unserer Jugendzeit (Mitte des 20. Jh.) eine Banane oder Apfelsine noch eine Seltenheit, so scheint deren regelmäßiger Verzehr heute zumindest bei uns beinahe selbstverständlich.

Damit alle diese Früchte gut gedeihen, gleichmäßig ausgebildet werden und auch noch schön aussehen, hat die chemische Industrie Pflanzenschutzmittel (Pestizide) entwickelt, deren immer weiter steigender Einsatz heute der Umwelt zuliebe zunehmend kritisch betrachtet wird.

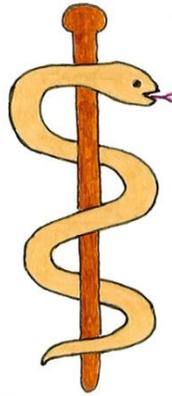
Wissenschaft hat immer zwei Möglichkeiten seiner Entwicklung: Zum Guten oder zum Bösen. In Vorbereitung und im Verlaufe der Weltkriege des 20. Jh. sind durch die Wissenschaftler auch biologische Kampfstoffe entwickelt worden, bei denen Krankheitserreger oder natürliche Giftstoffe (Toxine) gezielt als Waffe eingesetzt wurden (Warnzeichen, **o.r.**).



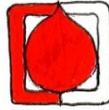
Die ‚Ökologie‘ ist eine wissenschaftliche Teildisziplin der Biologie, welche die Beziehungen von Lebewesen (Organismen) untereinander und zu ihrer belebten (Symbiose, Schmarotzer, Tarnung, Fortpflanzung, Nahrung) und unbelebten (Licht, Luft, Wasser, Temperatur, Wind, Boden) Umwelt erforscht. In den letzten Jahrzehnten wurde dieser Begriff zunehmend zur Bezeichnung der Gesamtsituation angewendet. Heute wird das Adjektiv ‚ökologisch‘ umgangssprachlich überwiegend als Ausdruck für eine Haltung oder ein Agieren verwendet, schonend mit Umweltressourcen umzugehen.

Von Anfang an fällt auf: Die vier Eckpunkte des ‚Biologie‘-Bildes schmücken markante Muster, die in ihrer Schönheit und Symmetrie darauf hinweisen, dass alle Körper, ob lebendig oder nicht, ob komplex oder einfach, wie überall in der Biologie die Eigenschaft aufweisen, nach symmetrischen Gesichtspunkten aufgebaut und klassifizierbar zu sein.

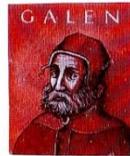
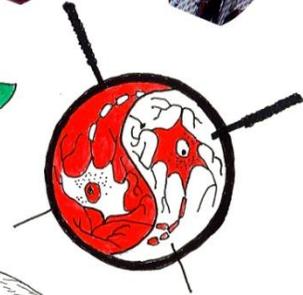
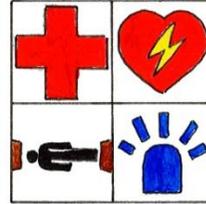
Das ‚Biologie‘-Bild im Format 40x30 cm wurde im September/Oktober 2020 gezeichnet.



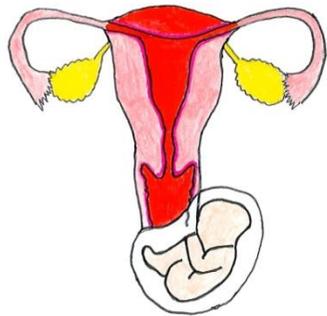
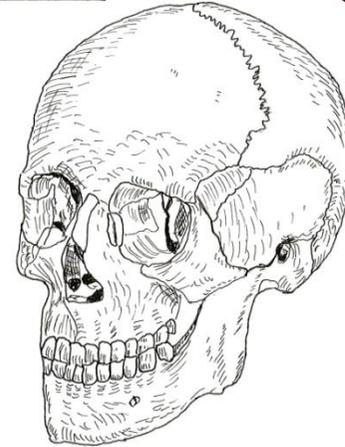
ASKLEPIUS



HIPPOKRATES



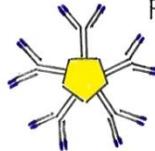
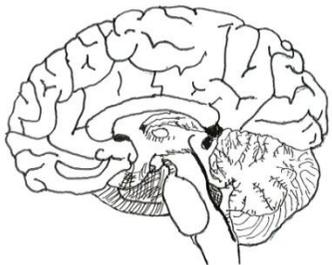
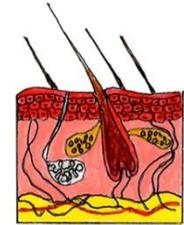
GALEN



AVICENNA



PARACELSUS



VESAL



HARVEY



Röntgen

„Medizin“

„Medizin“ ist die Wissenschaft von Vorbeugung, Erkennung und Behandlung von Krankheiten oder Verletzungen bei Mensch und Tier.^{3b)} Mit „Medizin“ bezeichnet der Volksmund manchmal aber auch das Medikament selbst, das Arzneimittel („Arznei“), das der Arzt verschrieben oder der Apotheker empfohlen hat. Heute spricht man korrekterweise dabei von „Therapeutikum“ und „Medikation“.

Erinnern wir uns an den Ausspruch: „*Gesundheit ist Alles, aber ohne Gesundheit ist alles Nichts*“ („Biologie“-Bild). Wenn man trotz gesunder Lebensweise und vorsichtigen Verhaltens von einer Krankheit heimgesucht wird oder einen Unfall erleidet, dann braucht man einen Arzt oder „Mediziner“.

Der im Zentrum des Bildes markant in -Manier senkrecht nach unten geführte Schriftzug „Medizin“ ist umgeben von den Porträts sieben bedeutender Mediziner des Altertums und Mittelalters (o.m. bis u.m.):

ASKLEPIOS (dtsch: Äskulap, 5. Jh. v.Ch. oder früher)^{3a)}, ist in der griechischen und römischen Mythologie Gott und Begründer der Heilkunst. Nach HOMER war er ein Heros und Arzt in Thessalien/Griechenland. Daneben der Äskulapstab, um den sich eine Schlange windet (o.m.,l.).

HIPPOKRATES von KOS (um 460-370 v.Chr.) war ein griechischer Arzt und Lehrer, der die Theorie von den vier Körpersäften lehrte (Humoralpathologie), die auf umfangreichen Beobachtungen und Beschreibungen von Krankheitssymptomen beruhte. Er gilt als der berühmteste Arzt des Altertums und zudem als Begründer der Medizin als Wissenschaft (Erfahrungswissenschaft) und Vater der (modernen) Medizin. Er stellte ärztliches Handeln über die Wirkungskraft priesterlicher Worte und ordnete es einem hohen ethischen Verantwortungsbewusstsein unter. Der „Eid des Hippokrates“ (Arztgelöbnis) gilt als erste grundlegende Formulierung einer ärztlichen Ethik. (o.m.,r.).

GALENOS von Pergamon (dtsch: Claudius GALENUS, kurz GALEN, um 129-200 u.Z.) gilt als einer der bedeutendsten Ärzte seiner Zeit. Er war ein griechischer, vorwiegend in Rom tätiger Arzt und Anatom. Seine umfassende Anatomie- und Physiologie-Lehre des menschlichen Körpers prägte 1.500 Jahre die Heilkunde (m.m.,l.o.).

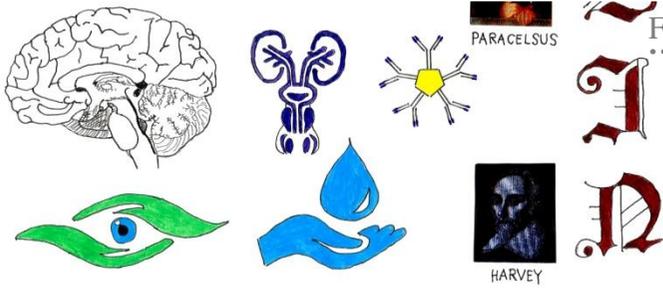
AVICENNA (latinisiert, persisch: Abū Alī al-Husain ibn Abd Allāh ibn Sīnā, um 980-1037), war ein persischer Arzt, Naturwissenschaftler, aristotelisch-neuplatonischer Philosoph, Dichter, Jurist, Mathematiker, Astronom, Alchemist und Musiktheoretiker sowie Politiker. Er galt bis weit ins 16. Jh. als

medizinisch-philosophische Autorität („Geschichte und Entwicklung der Medizin“, m.m.r.).

Theophrastus Bombastus von HOHENHEIM, genannt **PARACELSUS** (1493-1541) war einer der bekanntesten und berühmtesten europäischen Ärzte des 16. Jh. Er veröffentlichte seine Schriften statt in Latein meist in der deutschen Volkssprache. Die heutige, populäre Vorstellung verbindet seinen Namen mit Naturheilkunde und ganzheitlicher Medizin (m.m.,l.u.).

Andreas **VESALIUS** (latinisiert aus flämisch Andries van Wezel, dtsh: VESAL, 1514-64). war ein belgisch/flämischer Anatom und Chirurg der Renaissance. Er gilt als Begründer der neuzeitlichen Anatomie und des morphologischen Denkens in der Medizin (Leibarzt Kaiser Karls V. und König Philipps II. von Spanien). Bekannt wurde er vor allem durch sein Hauptwerk „*De humani corporis fabrica libri septem*“ („Sieben Bücher vom Bau des menschlichen Körpers“, u.m.,r.).

William **HARVEY** (1578-1657) war ein englischer Arzt und Anatom. 1628 veröffentlichte er eine Beschreibung des Kreislaufs des Bluts im Körper (großer Blutkreislauf). Er gilt als Wegbereiter der modernen Physiologie (m.u.,l.).



Fortsetzung des Textes zum ‚Medizin‘-Bild (Seite 24)

Rechts und links dieser prägnanten Mittelsäule gruppieren sich 25 Teilbereiche der Medizin.

Beginnen wir oben links und blicken als Erstes in einen Operationssal. Die ‚**Chirurgie**‘ (lat.: Arbeiten mit der Hand, Handwirkung) befasst sich mit der operativen Behandlung von Krankheiten und Verletzungen. Sie steht ausgesprochen für echtes medizinisches Handwerk. Hier geht es in Handarbeit mit Skalpell, Messer und Säge, Schläuchen, Tupfern und Blutstillern meist richtig zur Sache. Der ausübende Arzt wird **Chirurg** genannt (**o.l.**).

Darunter die ‚**Kinderheilkunde**‘ (Pädiatrie), die sich mit der Entwicklung des kindlichen und jugendlichen Organismus sowie der Vorbeugung und Behandlung von Kinderkrankheiten beschäftigt. Typisch ist: in der heute als ‚Kinder- und Jugendmedizin‘ bezeichneten Disziplin werden vorbeugende Maßnahmen zur Gesundheitserhaltung stärker betont als in allen anderen klinischen Teilbereichen. Die besorgte Mutter zu ihrem Kind: „*Komm, wir stellen dich jetzt dem **Kinderarzt** vor*“ (**o.l.**).

Das Bild der weiblichen Fortpflanzungsorgane (**m.l.l.**) weist auf die ‚**Gynäkologie**‘ (Frauenheilkunde) hin. Diese befasst sich mit der Entstehung, Erkennung, Behandlung und Verhütung der Erkrankungen vor allem des weiblichen Sexual- und Fortpflanzungstraktes, im engeren Sinne also mit den Erkrankungen der nicht schwangeren Frau. Der Überwachung von Schwangerschaften sowie der Vorbereitung, Durchführung und Nachbehandlung von Geburten sowie eventuell notwendiger Operationen im Zusammenhang damit widmet sich die **Geburtshilfe**. Das ist das selbständige Tätigkeitsfeld von **Hebammen** und Entbindungspflegern. **Gynäkologen** werden nur bei Komplikationen hinzugezogen.

Das Bildnis des schlanken und jugendlichen David (mit dem großen, roten Herzen) steht hier für die ‚**Innere Medizin**‘ (**m.l.r.**). Diese befasst sich mit den Gesundheitsstörungen und Krankheiten der inneren Organe und deren Vorbeugung, Diagnostik, konservativer und interventioneller Behandlung sowie Rehabilitation und Nachsorge. Sie bedarf spezieller Geräte, die die Vorgänge im Inneren des Menschen sichtbar machen und bildhaft darstellen können (z.B. Röntgen, **u.m.r.**, heute vor allem: Computer- und Magnetresonanztomografie, CT und MRT). Die Fachärzte für Innere Medizin nennen sich **Internisten**.

Der Gehirnschädel im unteren Teil dieser Reihe (**u.l.l.**) steht symbolisch für die ‚**Neurologie**‘, die sich um das Nervensystem, seine Erkrankungen und deren medizinische Behandlung kümmert. Die für den **Neurologen** wichtigsten Organsysteme sind das Zentralnervensystem (Gehirn und Rückenmark), seine Umgebungsstrukturen und Blutgefäße sowie das periphere Nervensystem und die dazugehörige Muskulatur.

Die danebenstehende Prinzipskizze mit zwei Nieren und Harnleitern zur Harnblase, der Prostata und Harnröhre sowie den Hoden (des Mannes) steht für das Teilgebiet der ‚**Urologie**‘ (**u.l.r.**). Der Unterschied: Behandlung von Krankheiten der Geschlechtsorgane des Mannes (Hoden, Nebenhoden, Samenleiter, Samenbläschen, Penis und Prostata) gehören zum Arbeitsgebiet des **Urologen**, während die der weiblichen in der Zuständigkeit der **Gynäkologen** liegen.

Ganz unten links finden sich die Logos für die ‚**Augenheilkunde**‘ und ‚**Hygiene**‘. Während der **Augenarzt** (Ophthalmologe) für Bau, Funktion, Erkrankungen und Funktionsstörungen des Sehorgans, seiner Anhangsorgane sowie des Sehsinnes und deren medizinischer Behandlung verantwortlich ist, kümmern sich die **Gesundheitspfleger** um alle Maßnahmen zur Erhaltung und Verbesserung der Gesundheit und des Wohlbefindens sowie zur Vermeidung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten und Epidemien.

Der **Äskulapstab** (o.m.,l.), früher Attribut des Gottes der Heilkunst, ist heute das Symbol des ärztlichen und pharmazeutischen Standes. Rechts daneben das Logo für das **Transfusionswesen**. Darunter Mikroskop und Virenformen als Kennzeichen der **Mikrobiologie** (m.l.), ganz unten in dieser Reihe Formen von Stäbchenbakterien und Viren als Hinweis auf die **Immunologie** (u.l.).

Auf alternative medizinische Behandlungsmethoden weisen die Bilder eines Schamanen und von Christian Friedrich Samuel HAHNEMANN (1755-1843) hin, dem Begründer der **Homöopathie** (o.r.). Darunter ein Symbol für die **Akupunktur**, einer Behandlungsmethode der traditionellen chinesischen Medizin (TCM, im Kreis der Yin-Yang-Begriff aus der chinesischen Philosophie, o.r.), bei der eine therapeutische Wirkung durch Nadelstiche an bestimmten Punkten des Körpers erzielt wird (Anfänge gehen bis in die Jungsteinzeit zurück, seit dem 2. Jh. v.Chr. in China und Japan praktiziert). Dabei wird davon ausgegangen, dass auf definierten Leitbahnen (Meridianen) eine ‚Lebensenergie des Körpers‘ zirkuliert und diese einen steuernden Einfluss auf alle Körperfunktionen ausübt.

Der auffällige, knochige Schädel kündigt das Teilgebiet der **Anatomie** an (m.r.). Es verkörpert die Lehre vom inneren Bau der Organismen und betrachtet Gestalt, Lage und Struktur von Körperteilen, Organen, Geweben und Zellen.

Fortsetzung des Textes zum ‚Medizin‘-Bild (Seite 24)

Der Zahn (o.m.,r.) steht für das umfassende medizinische Fachgebiet der **Zahnmedizin** (Zahnheilkunde, Stomatologie), das sich mit der Vorbeugung, Erkennung und Behandlung von Erkrankungen im Zahn-, Mund- und Kieferbereich beschäftigt.

Die **Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde** (HNO, Oto-Rhino-Laryngologie) befasst sich mit Erkrankungen, Verletzungen, Fehlbildungen und Funktionsstörungen der Ohren, der oberen Luftwege, der Mundhöhle, des Rachens, des Kehlkopfes, der unteren Luftwege und der Speiseröhre (Kopf mit Kennzeichnung, u.m.,r.). Daneben die Symbole für die **Pharmakologie** und **Toxikologie** (Apothekenzeichen, m.m.,r.), Pathologie (Arzt am Seziertisch, u.r.,l.), **Haut- und Geschlechtskrankheiten** (Hautquerschnitt, u.r.). Darüber die ‚Rote Schleife‘ ist weltweit das Symbol der Solidarität mit HIV-Infizierten und Aids-Kranken. Die Bilder darunter stehen für **Radiologie** (u.m.), **Miltärmedizin** (u.m.,r.), **Orthopädie** (Diagnostik, Therapie und technische Unterstützung bei Fehlbildungen und Erkrankungen des Stütz- und Bewegungsapparates) und **Anästhesiologie** (Aufrechterhaltung der vitalen Funktionen während operativer Eingriffe sowie der Intensivmedizin, u.r.).

Die Zeichen im Viererquadrat (rotes Kreuz, Herzattacke, Verunfallter und Blaulicht) stehen für die **Unfallmedizin**, die Figuretten darunter für die **Sportmedizin** (o.r.).



Im Altertum bildeten sich in den Hochkulturen von China, Indien und im Mittelmeerraum unterschiedliche Medizinsysteme heraus (die traditionelle chinesische Medizin entstand im 2. Jahrtausend v.Chr., die Ayurveda-Medizin Indiens um 500 v.Chr.), deren Kerngedanken heute wieder mehr Aufmerksamkeit geschenkt wird. Auf der Medizin der ägyptischen, griechischen und römischen Antike wurzelt die heute weltweit verbreitete, westliche Medizin.

In der byzantinischen Epoche (um 300-1453) wurden die antiken Vorbilder durch Pulslehre und Harnschau ergänzt. Islamische Gelehrte übernahmen die antiken medizinischen Traditionen und entwickelten Schulen für Botanik, Diätetik und Chirurgie. Die Klostermedizin des Mittelalters wandte sich stärker den Heilpflanzen zu. In der Renaissance lösten sich die Mediziner von den antiken Vorbildern und mit den Experimenten des Francis BACON (1561-1626) begann das Zeitalter der wissenschaftlichen Medizin, das bis heute andauert (s.o., wer hätte gedacht, dass uns in unserer medizinisch fortschrittlichen Zeit 2020/21 so eine weltumspannende Corona-Pandemie erwischt?).

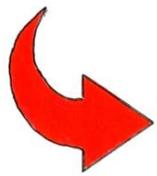
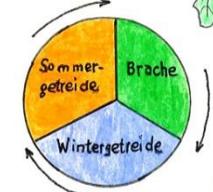
LANDWIRTSCHAFT



- ← **BODENQUALITÄT**
Bodenzahl
- ← **KLIMA**
Temperatur + Niederschlag
- ← **TECHNISCHE ENTWICKLUNG**
GPS - Computer
- ← **MARKT**
Konsumverhalten - Transportwege
Preise
- ← **POLITIK**
Quoten - Subventionen
EU
- ← **EXTREME**
Hagel - Sturm - Hochwasser
Hitzeperioden
- ← **PFLANZENSCHUTTMITTEL**
Herbizide - Insektizide
Wachstumsregulatoren
- ← **SCHÄDLINGE**
Tiere - Pflanzen
- ← **BETRIEBSFORMEN**
2-10 ha - 1000 id. 10.000 ha
BAUERNHOF 4-0
- ← **GENTECHNIK**
Mais MON 810
- ← **DÜNGER**
J. LIEBIG 1840
N, K, P, Mg, S, Ca
- ← **ENERGIEPRODUKTION**
Biodiesel - Bioalkohol
- ← **KLIMAKILLER**
CH₄ - CO₂ - N₂O
NO₃



	Feld 1	Feld 2
1. Jahr	Getreide	Brache
2. Jahr	Brache	Getreide
3. Jahr	Getreide	Brache



„Landwirtschaft“

Das Bild zur erdverbundenen **„Landwirtschaft“** (Agrarwirtschaft, Agrikultur)^{3b)} verschafft uns auf den ersten Blick einen Eindruck über diesen, für unser Leben, unsere Umwelt und unsere Ernährung so wichtigen Wirtschaftszweig. Die Bilder sprechen uns an und erfüllen weitgehend unsere Vorstellungen, die wir von Ackerbau und Viehzucht haben (anknüpfend an das ‚Biologie‘-Bild).

Die blaue Weltkugel (**m.l.**) zeigt uns an, dass nur 9,6% der Erdoberfläche landwirtschaftlich genutzt werden (48.822.330 km², entspricht einem Drittel der Landfläche, zur Erinnerung: ca. drei Viertel der Erdoberfläche sind mit Wasser bedeckt, s.a. ‚Wasser‘-Bild).

Der grüne Pfeil (**o.l.**) weist auf Produkte des Ackerbaus hin: für das Getreide sind die Fruchtstände (Ähren) von Roggen, Reis, Mais, Hirse, Gerste, Hafer und Weizen zu sehen (**o.l.** bis **o.r.**, v.l.n.r.), am rechten Rand die Hackfrüchte Kartoffeln und Rüben, die Öl- und Faserpflanzen, Sonnenblumen und Baumwolle, als Vertreter der Hülsenfrüchte Erbsen und für die Futterpflanzen die Luzerne (**o.r.** bis **u.r.**). 2021 war in Deutschland Weizen das wichtigste Getreide, gefolgt von Gerste und Roggen.¹³⁾

Zum Ackerbau gehören als selbständige Sparten auch der Gartenbau und die Forstwirtschaft. Der Gartenbau (Gartenkultur, Hortikultur) umfasst alles,

was in irgendeiner Form mit der lebenden Pflanze zu tun hat und nicht zur klassischen Feldwirtschaft zählt. Die gartenbauliche Pflanzenproduktion erfolgt meist in professionell bewirtschafteten Gärtnereien oder in privaten Gärten. Zu den beliebtesten Gartenfrüchten zählen Äpfel, Birnen, Erdbeeren, Kirschen, Pflaumen sowie Weintrauben, wobei der Weinbau auf riesigen Anbauflächen an besonders geschützten, kalkreichen und sonnenüberfluteten Hängen noch einmal als gesonderte Sparte gesehen wird (**u.m.**). Mit Banane, Zitrone, Khaki und Granatapfel haben es auch einige exotische Früchte aufs ‚Landwirtschafts‘-Bild geschafft.

Neben Obst wird in Gärten und Gärtnereien vor allem Gemüse kultiviert, deren regelmäßiger Verzehr der menschlichen Gesundheit sehr zugute kommt, werden dadurch doch viele lebensnotwendige Vitamine, Mineralstoffe und Ballaststoffe als geschmacksbildende und kalorienarme sowie verdauungsfördernde Kost beigegeben. Als Beispiele sind in der Zeichnung Paprika, Tomaten, Möhren und Gurken eingefügt (**u.m.,r.**). Die Rose steht für den Blumenflor, den viele Gärtner in ihren Gärten pflegen und züchten (**u.m.,l.**).

Der rote Pfeil (**u.l.**) weist auf die Viehzucht hin, repräsentiert durch Rind, Schwein, Schaf, Ziege, Hahn (Geflügel) und Pferd (**u.l.** bis **u.r.**, v.l.n.r.).

Nadel- und Laubbaum (**o.l.**) bringen uns die Forstwirtschaft in Erinnerung, die sachlich der Landwirtschaft nahesteht. Und der Fisch (**u.r.**) lässt uns in diesem Zusammenhang auch an die Binnenfischerei (Fischwirtschaft) denken.

Diese genannten Wirtschaftssektoren werden auch ‚Urproduktion‘ (primärer Wirtschaftssektor) genannt, weil sie durch Anbau und Ernte landwirtschaftlicher Erzeugnisse, Holzernte in der Forstwirtschaft, dem Fischfang, dem Erlegen von Wild bei der Jagd, dem Schlachten von Vieh bis hin zur Nutzung von Wasserkraft Rohstoffe und Energie für die Herstellung von Produkten liefern, die unser heutiges Leben erst ermöglichen und es auch angenehm machen.

Der Primärsektor stellt die Grund- bzw. Rohstoffe her, die der sekundäre Sektor weiterverarbeitet. Die Einordnung des Bergbaus in den Primärsektor ist umstritten, obwohl auch dieser Sektor unverfeinerte Rohstoffe liefert.

Die Landwirtschaft ist einer der ältesten Wirtschaftsbereiche in der Menschheitsgeschichte. Der Übergang der Jäger und Sammler zu Ackerbauern und Viehzüchtern, verbunden mit zunehmender Sesshaftigkeit, wird meistens mit dem Beginn der Jungsteinzeit (Neolithikum) gleichgesetzt.



Fortsetzung des Textes zum ‚Landwirtschafts‘-Bild (Seite 28)

In der Frühzeit der Landwirtschaft (seit der Antike) schritt der Bauer (Landwirt) noch mit einer Kiepe im Arm über seinen Acker und verstreute das Saatgut mit breiter Armbewegung über das Feld. Durch die Anzahl Körner in der Hand pro Wurf, die Wurfbreite und die Schrittlänge des Sämans ergab sich die Saatgutmenge pro Flächeneinheit (**m.r.**). Die Breitsaat war eine ungenaue Methode.

Heute erfolgt die Aussaat im Acker-, Garten- und Landschaftsbau in der Regel maschinell in parallel angeordneten Reihen mit gleichmäßigen Abständen zwischen den Reihen und mit gleicher Ablagetiefe.

Bei der Drillsaat werden die Körner mittels Drillmaschine in Reihen abgelegt (vorwiegend bei Getreide angewandt), während bei Kulturarten wie Zuckerrüben und Mais die Einzelkornsaat zum Einsatz kommt, wodurch ein gleichmäßiger Pflanzenabstand erreicht wird. Die Einzelkornsämaschine legt mit pneumatischer oder mechanischer Steuerung die Saat zentimetergenau ab, auch innerhalb der Reihen mit gleichen Abständen. Das war in den 1950er Jahren ein großer Fortschritt. Beide Autoren haben in ihrer Schülerzeit noch mitgeholfen beim Rübenverziehen.

Im Zentrum des Bildes sind eine Reihe historischer Gerätschaften des Landwirts dargestellt:

Sense mit Wetzstein, Sichel, Rechen (Harke) und Gabel (Mist- bzw. Heugabel), Dreschflegel (**m.m.**), dazu eine hölzerne Egge mit Eisenzinken (**m.m.**, **l.**) und ein Räderpflug (**m.m.,r.**). Darüber als Zugtiere für diese Gerätschaften der Ochse (mit Joch) und das Pferd (mit Kummet, **o.m.**).

Seit Anfang des 20. Jh. konnten Bauern auf Traktoren zugreifen, wodurch sich ihre Arbeitsproduktivität deutlich erhöhte sowie die Schwere der Arbeit verringerte. Der Name ‚Lanz Bulldog‘ für den von der Heinrich Lanz AG (1921-57) in Mannheim hergestellten Trecker prägte sich in weiten Teilen Deutschlands als umgangssprachlicher Gattungsname für einen Ackerschlepper ein (**o.r.**). Heute bestimmen modernste Bearbeitungs- und Erntemaschinen den Arbeitsalltag in der Landwirtschaft. Auf einem Mähdrescher, einer Kartoffel- oder Rübenerntecombine fühlt sich der heutige Landwirt in seiner klimatisierten Fahrerkabine eher als ‚Erntekapitän‘ oder Landwirtschaftsingenieur (**m.r.**). Im Ergebnis dessen sind heute weniger als 5 % aller Beschäftigten in der Landwirtschaft tätig (Anfang des 20. Jh. waren es noch 80 %).

Als Beispiele alter Geräte zur Verarbeitung tierischer Erzeugnisse erkennen wir das ‚Butterfass‘ (**m.m.**) und die Milchzentrifuge (Milchschleuder, **u.l.**).

In der antiken und frühmittelalterlichen Landwirtschaft war die ‚Zweifelderwirtschaft‘ üblich, bei der man die Ackerfläche zweiteilte, von der jeweils im Wechsel nur eine bestellt wurde, während die andere brach lag (**o.r.**). Dieser durch das Brachliegen der halben Anbaufläche verursachte Landwechsel führte zu umfangreichen Waldrodungen, die hier in Mitteldeutschland vor allem um das 10./11. Jh. stattfanden.

Ab etwa 1100 wurde dann die ‚Dreifelderwirtschaft‘ zu der in Europa am weitesten verbreiteten Bewirtschaftungsform. Es wechselten Winter- und Sommergetreide mit Brache (**o.r.**). Dadurch lag gegenüber der Zweifelderwirtschaft nur noch jeweils ein Drittel der Nutzfläche brach. Auch im späten Mittelalter (15. Jh.) war die Landwirtschaft der vorherrschende Produktionszweig.

Als wichtiger Bestandteil des modernen Agrarmanagements sowohl im konventionellen wie auch im ökologisch ausgerichteten Landbau gilt eine intelligente Fruchtwechselfolge, die die Bodenfruchtbarkeit nachhaltig erneuern und erhalten soll (**m.r.**).

Neben dem Titel am linken Rand des Bildes weisen die Kästchen auf die Einflussfaktoren hin, denen Landwirtschaft unterliegt.

Die **Bodenqualität** (Bodengüte, **o.l.,o.**) wird durch eine Bodenzahl ausgewiesen. Das ist ein Vergleichswert zur Bewertung der Ertragsfähigkeit landwirtschaftlicher Böden. Diese ökonomische Kennzahl wird durch eine Bodenschätzung ermittelt und reicht von 0 (sehr niedrig) bis 100.

Das **Klima** (enger betrachtet das Wetter), Temperaturen und Niederschläge sind in der Landwirtschaft entscheidend für Gedeihen und Wachstum der Pflanzen und damit für Ertragsreichtum und Futtergrundlage für den Viehbestand (**o.l.,m.**).

Wie schon bei den Gerätschaften des Landwirts besprochen, können neue **technische Entwicklungen** einen enormen Entwicklungsschub auslösen. Neben den bereits vorgestellten modernen Landmaschinen können das heute Informationstechnik (Computer) und globale Positionierungssysteme („Global Positioning System“, GPS) sein, die zu völlig neuen, teils vollautomatischen Bearbeitungsmethoden führen (**o.l.,u.**).

In der sozialen Marktwirtschaft wird das wirtschaftliche Ergebnis der Agrarbetriebe durch den **Markt** bestimmt. Transportfragen, das Kaufverhalten der Konsumenten und vor allem die mit den Händlern ausgehandelten Preise für ihre Er-

zeugnisse entscheiden oftmals ganz maßgeblich über Fortbestehen oder Untergang (**m.m.,o.**).

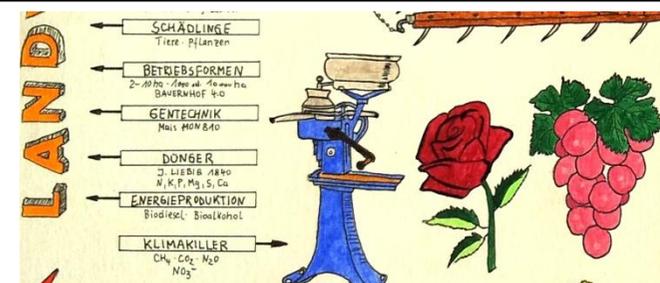
Die **Politik** setzt Rahmenbedingungen durch Erlass von relevanten Gesetzen, Bewilligung von Subventionen und Festlegung von Quoten sowohl national wie auch auf EU-Ebene (**m.m.,o.**).

Durch den beginnenden Klimawandel häufen sich zunehmend **extreme Wettersituationen**, wie Sturm, Hagel, Hochwasser und Hitze- bzw. Dürreperioden (**m.m.,m.**).

Die Ernteverluste durch **Schädlinge** nehmen zu, da aus Gründen des Artenschutzes der Einsatz von **Pflanzenschutzmitteln** (Herbizide, Wachstumsregulatoren, Insektizide) aber auch der von Bioziden und Tierarzneimitteln stark reguliert ist (**m.m.**).

Nach **Betriebsformen** lassen sich die landwirtschaftlichen Betriebe einteilen in kleine (Familien-)höfe mit 2-10 ha Ackerfläche, in die größeren Agrarbetriebe mit 1.000-10.000 ha und die modernsten Bauernhöfe 4.0 (e-Farming, **m.m.,u.**).

In Deutschland überwiegt die konventionelle Landwirtschaft (ca. 90%). Die ökologische Landwirtschaft (Ökolandbau) arbeitet nach Produktionsmethoden, die eine umweltschonende Produktion sowie eine artgerechte Haltung von Tieren ermöglichen. Bauernhof 4.0 steht für den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien zur Digitalisierung der Landarbeit.



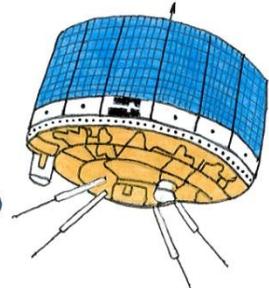
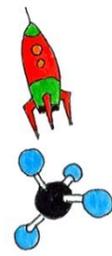
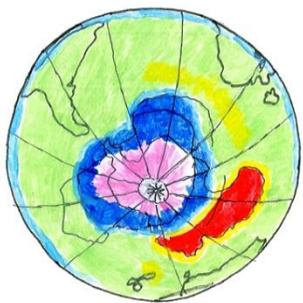
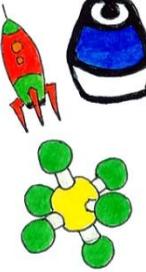
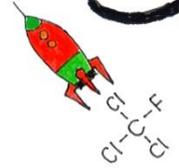
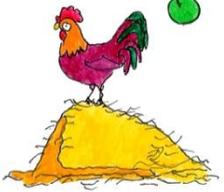
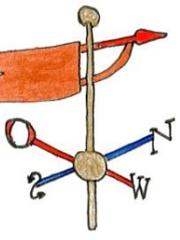
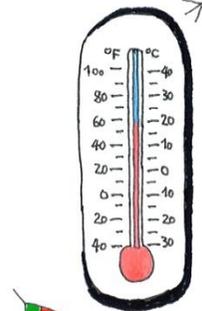
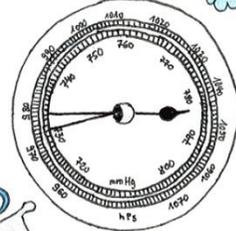
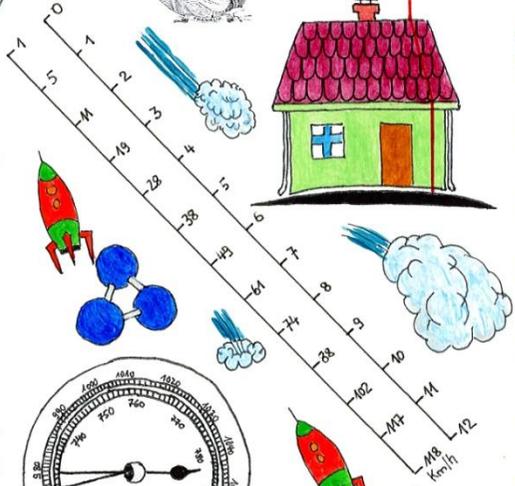
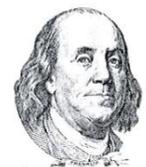
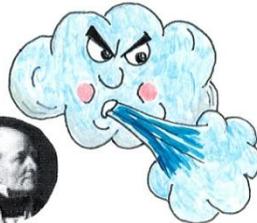
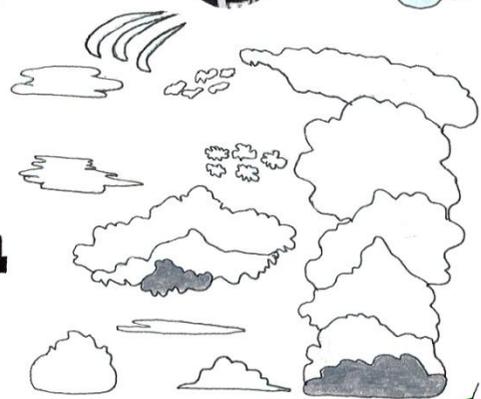
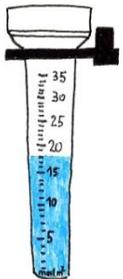
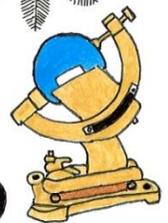
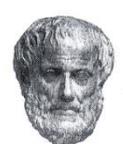
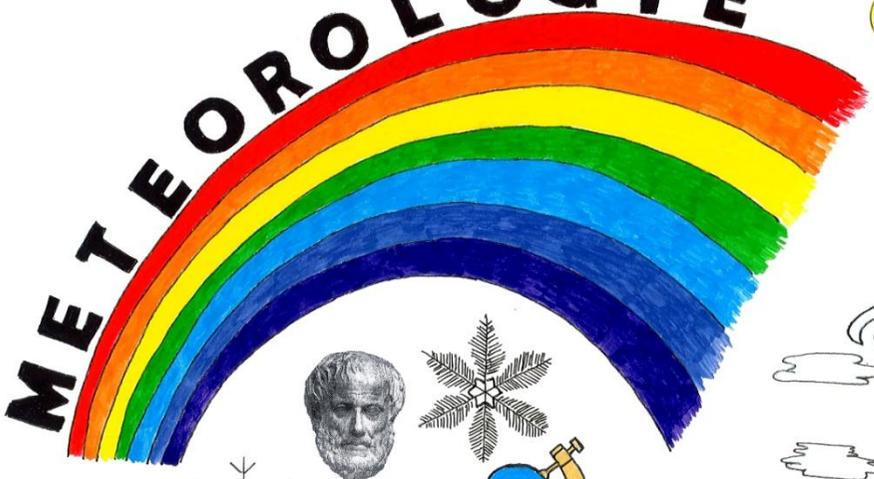
Durch **Gentechnik** veränderte Kulturpflanzen sollen höhere Erträge bringen, weniger anfällig sein gegenüber Krankheiten oder der Herstellung von Medikamenten dienen (Beispiel: Maissorte MON 810, **u.l.,o.**).

Schon Justus von **LIEBIG** (1803-73)^{3a)} erkannte, dass Pflanzen wichtige anorganische Nährstoffe als Salze aufnehmen. Er begründete die moderne Mineraldüngung und den Beginn der Agrochemie. **Dünger** ersetzen den durch intensiven Landbau verursachten Verbrauch essenzieller Elemente im Boden (**N, K, P, Mg, S, Ca, u.l.,m.**).

Die zunehmende ökologische Orientierung unseres Lebens führt dazu, dass in der Landwirtschaft auf der Basis pflanzlicher Abfälle auch Biodiesel oder Bioalkohol zur **Energiegewinnung** produziert werden (**u.l.,u.**).

Negative Auswirkungen auf die Umwelt haben der durch Überdüngung in die Umwelt gelangende Nitrateintrag durch die Gülle und die durch intensive Tierhaltung verursachten Methan- und CO₂-Emissionen (**u.l.,u.**).

METEOROLOGIE



„Meteorologie“

Das Bild zur ‚**Meteorologie**‘ trumpft auf mit einem kräftigen Regenbogen, wie wir ihn bei jedem Regen mit Sonneneinstrahlung beobachten können (**o.l.**). Die Meteorologie ist die Lehre der physikalischen und chemischen Vorgänge in der Atmosphäre. Ihre bekanntesten Anwendungsgebiete sind die Wettervorhersage und die Klimatologie.^{3b)}

Wir leben erfreulicherweise in der gemäßigten Zone der nördlichen Hemisphäre, die sich durch ein angenehmes Klima (Jahresmitteltemperatur zwischen 10 und 20 Grad) auszeichnet und uns mit einer von reichlichem Grün geprägten Natur umgibt. Wie in den vorangegangenen Bildern zum ‚Wasser‘ und zur ‚Landwirtschaft‘ bereits zu erkennen war, kommt der Mensch und insbesondere die Agrarwirtschaft nicht ohne Wasser bzw. ohne Regen aus. Durch den eintretenden Wandel zu immer extremeren Wettererscheinungen spielen Klima und Wetter in unserem Leben eine zunehmend wichtige Rolle.

ARISTOTELES (384-322 v.Chr., **o.l.**, unterm Regenbogen, vgl. Bild ‚Wasser‘, Seite 12)^{3a)} begründete als bedeutender griechischer Universalgelehrter neben vielen anderen Wissenschaftsdisziplinen auch die Meteorologie.

Über die Verbesserung der Methoden zur Wettervorhersage, der Klimaforschung und Atmosphärenphysik hinaus untersucht die Meteorologie auch chemische Prozesse (Ozonbildung, Treibhausgase) in der Lufthülle und beobachtet atmosphärische Himmelserscheinungen. Sie wird zu den Geowissenschaften gezählt und ist an den Universitäten oft den Instituten für Geophysik bzw. der jeweiligen Fakultät für Physik angegliedert.

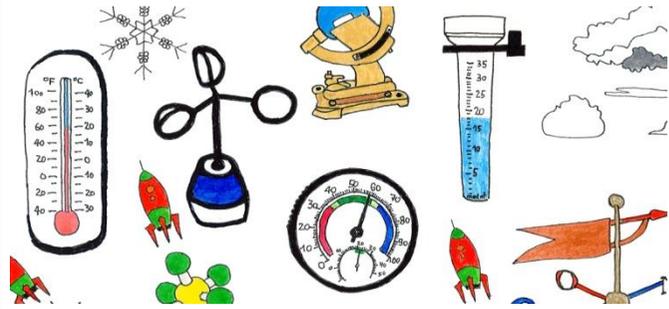
Die gelben Kreise am oberen und rechten Rand des Bildes beinhalten meteorologische Zeichen: Regen, Schnee, Schneegestöber, Eisnadeln, Schneedecke, Graupel, Hagel, Reif, Raufrost, Glatteis, Tau und Nebel (**o.m.** bis **o.r.**), Nebel, Bodennebel, Höhenrauch, stürmischer Wind, Gewitter, Donner, Wetterleuchten, Regenbogen, Sonnenring, Sonnenhof, Mondring, Mondhof und Nordlicht (**o.r.** bis **u.r.**).

Francis **BEAUFORT** (1774-1857, Bild, **o.m.**) war Hydrograf der britischen Admiralität und in dieser Funktion verantwortlich für die ‚Admiralty Charts‘, seinerzeit die besten Seekarten der Welt. An der Entwicklung der nach ihm benannten Windskala (Beaufortskala) hatte er jedoch nur einen geringen Anteil. In der durch den britischen Wetterdienst 1906 eingeführten Skala entlang der

Windgeschwindigkeiten von 0-118 km/h bedeuten: 0_Windstille, Flaute, 1_leiser Zug, 2_schwache Brise, 4_mäßige Brise, 5_frische Brise, 6_starker Wind, 7_steifer Wind, 8_stürmischer Wind, 9_Sturm, 10_schwerer Sturm, 11_orkanartiger Sturm, 12_Orkan (**o.m.** bis **m.r.**).

Wolken sind Ansammlungen von Aerosolen, fein verteilter, disperser Teilchen im Gasgemisch der Luft. Erst nach dem Abkühlen unter den Taupunkt bilden sich daraus um Kondensationskerne herum winzige Wassertröpfchen, bzw. in großer Höhe auch winzige, schwebende Eiskristalle. Die eigentlich farblosen Tröpfchen werden im gestreuten Licht durch den Tyndall-Effekt sichtbar. Am Himmel beobachten wir dabei die Wolkenformen: Cirrus (hohe Federwolke), Cirrostratus (hohe Schleierwolke), Altostratus (mittelhohe Schichtwolke), Cumulus (Haufenwolke, **o.m.**, l. von oben nach unten), Cirrocumulus (hohe Schäfchenwolke), Altocumulus (mittelhohe Schäfchenwolke), Nimbostratus (Regenschichtwolke), Stratus (niedrige Schichtwolke) und Stratocumulus (Schichthaufenwolke, **o.m.,m.** v.o.n.u.), sowie Cumulonimbus (Schauer- und Gewitterwolke, **o.m.,r.**).

Den Blitzableiter entdeckte Benjamin **FRANKLIN** (1706-90, einer der Gründerväter der USA, **o.r.**)



Fortsetzung des Textes zum ‚Meteorologie‘-Bild (Seite 32)

Für die Klimaforschung und den Wetterdienst bedarf es verschiedener Messgeräte: für die Temperaturmessung benötigt man das **Thermometer**, mit dem **Anemometer** misst man die Windgeschwindigkeit und das **Hygrometer** zeigt uns die Luftfeuchtigkeit an (**m.l.**). Um die Regenmenge bestimmen zu können, bedient man sich eines **Regenmessers** (**m.m.,l.**) und mit einem einfachen **Sonnenscheinautographen** (Heliograph) kann man die Sonnenscheindauer eines Tages bestimmen (**m.l.,o.**). Der Luftdruck wird mit einem **Manometer** ermittelt (**m.r.**). Die Windrichtung zeigen uns **Wetterfahnen** an. Traditionell werden sie sowohl auf Kirchtürmen wie auch auf anderen markanten Bauwerken angebracht, so dass sie für jedermann weithin erkennbar sind. Prall aufgeblähte **Windsäcke** warnen auf Straßen und an der See vor starken Stürmen (**m.u.**).

Die moderne Meteorologie hat durch die Möglichkeiten, die im Orbit um die Erde kreisende **Wettersatelliten** (**u.r.**) heutzutage bieten, in den letzten Jahrzehnten unglaubliche Fortschritte gemacht.

Die Gesamtheit aller Wetterdaten werden in **Wetterkarten** (**u.l.**) eingetragen und damit auch kommuniziert. Moderne Computertechnik ermöglicht darüber hinaus auf der Basis der vielen ermittelten Daten ein Durchrechnen verschiedener Wettermodelle. Während in unserer Jugend, in den 1950er Jahren, die Wettervorhersagen selbst für den kommenden Tag noch sehr unsicher waren, machen die Meteorologen heute Voraussagen, die für die nächsten 3 bis 4 Tage recht genau und zuverlässig sind und für die kommenden 14 Tage eine zutreffende Prognose ermöglichen.

Die nicht mehr zu leugnende Klimaerwärmung führt zu Veränderungen im Weltklima, die auch uns hier in Mitteleuropa treffen. Zwar treten bei uns noch nicht so viele verheerende Hurricans bzw. **Taifune** auf wie in Mittel- und Nordamerika (**u.m.,r.**), aber erste Veränderungen des Golfstromes und des Jetstreams haben bereits gravierende Auswirkungen auf unser Wetter: die Extremereignisse (Starkregen, Hagel, Stürme) nehmen zu, die Starkregen sind länger als bisher üblich örtlich fixiert. So kommt es vermehrt zu unvorhergesehenen Überschwemmungen. Im Gegenzug führt das Ausbleiben von Niederschlägen zu Dürreperioden mit Ernteausfällen und Baumsterben.

Acht kleine Raketen sind über das Bild verteilt. Sie weisen auf die Treibhausgase („Klimakiller“)

hin, die in die Atmosphäre entweichen und das Ozonloch vergrößern (Ozon, **O₃**, **u.m.,l.**). Zu beachten: Wasserdampf ist das Treibhausgas Nr.1 (Topf, **m.r.,u.**)

Das im Dezember 1997 in Kyoto/Japan beschlossene und 2005 in Kraft getretene Kyoto-Protokoll (‚Protokoll zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen‘) legte erstmals völkerrechtlich verbindliche Ziele für den Ausstoß von Treibhausgasen fest.

Als besonders starke ‚Klimakiller‘ wurden diese chemischen Verbindungen identifiziert: das als Kältemittel verwendete Trichlorfluormethan (**CCl₃F**, **FCKW**, **m.l.**), das als Isoliergas in der Hochspannungstechnik eingesetzte Schwefelhexafluorid (**SF₆**, **m.l.**), das bei allen Verbrennungsprozessen emittierte Kohlendioxid (**CO₂**, **m.m.,l.**), das als ‚Lachgas‘ (Narkosemittel) bekannte und in der intensiv betriebenen Landwirtschaft bei der bakteriellen Nitrifikation freigesetzte Distickstoffmonoxid (**N₂O**, **m.m.,r.**), das als Energierohstoff eingesetzte Methan (**CH₄**, Erdgas, **u.l.**), das bei weiterer Erderwärmung in großen Mengen aus den Dauerfrostböden entweichen könnte, das in der Halbleiterproduktion eingesetzte Stickstofftrifluorid (**NF₃**, **m.r.**) und die Perfluorcarbone (**PFC**, **u.l.**).

Das ‚Meteorologie‘-Bild im Format 40x30 cm wurde im März 2020 gezeichnet.

„Zwischenruf“

von

Jürgen DUNKEL

Gedanken zum Woher? Warum? Wieso?

Mein Interesse an der Darstellung von Themen mit vielen Fakten auf kleinem Raum hat mehrere Ursachen. Zum Einen ist ja der ‚Spickzettel‘ das Erste, wo man als Lernender versucht, viel Wissen auf kleinem Raum unterzubringen – vor allem zum Lernen (und nicht bei der Prüfung)!

In meiner Zeit auf der Ingenieurschule ‚Frederic Juliot-Curie‘ in Köthen (1960-63) faszinierte mich die Art und Weise eines Dozenten für Physikalische Chemie, der es verstand, bei den Vorlesungen von einem winzigen Zettel die gesamte Tafel voll zu schreiben. Nach seinen eigenen Angaben hatte er diese Zettel mit umgedrehter spitzer Feder angefertigt. Ich machte mich dann daran, diese Angaben von der großen Tafel wieder zu verkleinern, um sie in meinen Aufzeichnungen ebenso wie unser Dozent kompakt abrufbar zu haben.

Zur Vorbereitung meiner Diplomprüfungen nutzte ich eine andere, für mich ebenfalls neue Methode. Ich schrieb mir die Schwerpunkte auf eine Rolle fortlaufenden Papiers, wie es damals in der Industrie in der BMSR-Technik für die Schreiber/Drucker verwendet worden ist. Mit dieser Rolle konnte ich mich dann im Park spazierend, quasi ‚rollend‘, gut vorbereiten.

Auch in meinem Berufsleben nutzte ich gern und oft die Möglichkeit, viele Zusammenhänge der Technologien auf kleinem Raum übersichtlich darzustellen. In Störungsfällen waren sie mir wertvolle Hilfen.

Nun im Rentenalter sage ich mir

(angelehnt an GOETHEs bekannten Vers):

**„Das Wissen, das der Mensch besitzt
und das der Allgemeinheit nützt,
belohnt erst dann der Mühe Fleiß,
besitzt er solches bunt (schwarz) auf weiß.“**





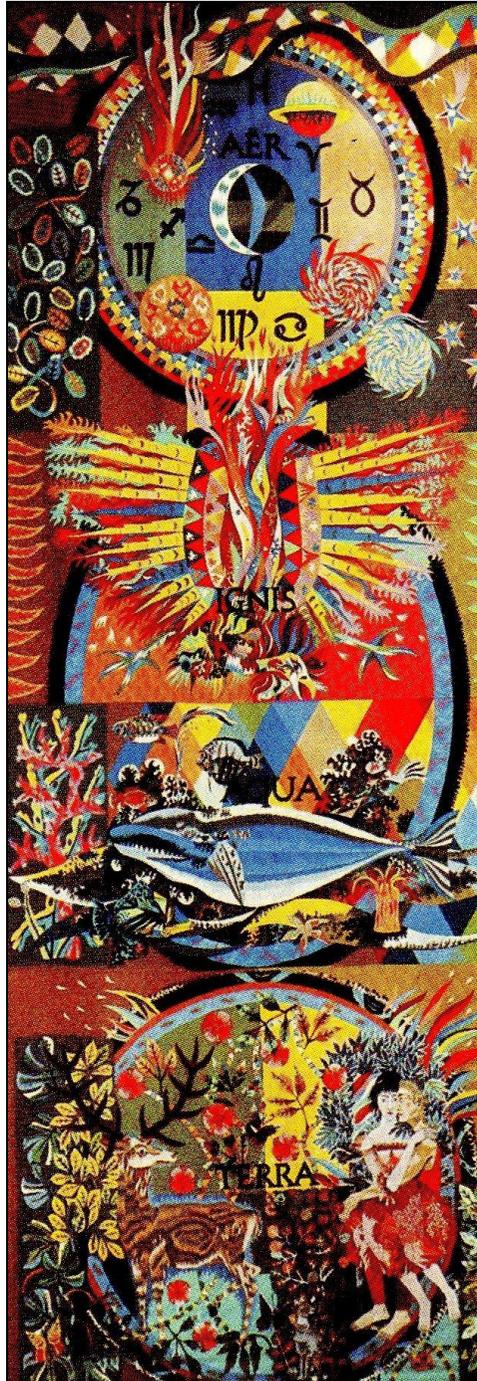
„Feuer“

Das hallesche Künstlerehepaar Rosemarie (*1930) und Werner RATAICZYK (1921-2021) gestaltete Anfang der 1960er Jahre für die 1954 gegründete und in Merseburg neu errichtete Technische Hochschule für Chemie Leuna-Merseburg (THLM) zu diesem Thema einen 6,4 m hohen und 2,5 m breiten Wandteppich ‚Vier Elemente‘ (siehe nebenstehendes Bild), der ab 1964 mit kurzer Unterbrechung bis heute im Foyer des Aufgangs zum Großen Hörsaal, der heutigen Bibliothek, hängt.^{2k)}

Die Philosophen der Antike THALES von Milet (wahrscheinlich 624-548 v.Chr.)^{3a)}, EMPEDOKLES (um 495-435 v.Chr.), SOKRATES (469-399 v.Chr.) und PLATON (428-348 v.Chr.) definierten ihr Weltbild aufbauend auf den vier ‚Urelementen‘ Luft, Feuer, Wasser und Erde (vgl. Seiten 12 und 17). Zu ‚Wasser‘ und ‚Luft‘ haben wir uns bereits ausführlich geäußert (Seiten 8 und 16). ‚Erde‘ ist den Bildern Landwirtschaft (Seite 28), Bergbau (Seite 46) und Geologie (Seite 54) immanent.

Es überrascht uns heute nicht, dass die griechischen Philosophen das Feuer zu einem der vier Urelemente erhoben haben, das die Welt und das Leben der Menschen seitdem ganz wesentlich mitbestimmt.

Vor ca. 700.000 Jahren wurde das Feuer durch Blitzschlag eingefangen und am Leben gehalten. Auch Vulkane brachten das Feuer an die Erdoberfläche (o.l.). Entdeckung, Erhaltung und Gebrauch des Feuers hat Möglichkeiten eröffnet, vor Kälte zu schützen und Fleisch-



nahrung genießbarer zu machen. Dadurch ist die Menschwerdung unserer Ur-ur-ahnen ganz wesentlich beeinflusst und befördert worden.^{3b)}

Nachdem man gelernt hatte, das eingefangene Feuer zu erhalten, eignete man sich nach und nach Fertigkeiten an, es auch selbst zu entfachen. Mit einem ‚Feuerbohrer‘ (wahrscheinlich vor etwa 8.000 Jahren erstmals benutzt) gelingt es, auf weichem Holz von Weide, Pappel oder Linde durch **Reibung** (Friktion) Glut entstehen zu lassen und durch geschicktes Blasen und Nachlegen weiteren Brennmaterials daraus ein loderndes Feuer zu erzeugen (m.l.).

In späteren Jahrhunderten bis in die Jetztzeit hinein wusste der Mensch zahlreiche andere Möglichkeiten zur Entfachung von Feuer zu nutzen: Durch **Schlagen** (Perkussion): Funkenschlag an Feuerstein mit Stahl und Entzündung von Zunder (u.m.l.). Durch **Bündeln von direktem Sonnenlicht** in einem Brennpunkt (Lichtbündelung). Mit einer Glasscherbe oder Lupe lässt sich leichtentzündliches Material (Papier, trockenes Holz) leicht in Brand setzen (m.l.), was ungewollt in heißen und trockenen Sommern zu verheerenden Waldbränden führt. Durch **Verdichtung** (Kompression): Bei der Luftkompression (Feuerpumpe oder Kompressionsfeuerzeug, m.l.) wird die Luft infolge der dabei eintretenden adiabatischen Zustandsänderung (thermodynamischer Vorgang, bei dem ein System von einem Zustand in einen anderen überführt wird, ohne Wärme mit seiner Umgebung auszutauschen) so stark erhitzt (gut fühlbar beim Aufpumpen von Fahrradreifen mit einer Luftpumpe), dass Zunder



Fortsetzung des Textes zum ‚Feuer‘-Bild (Seite 36)

Chemisch vereinfacht dargestellt ist **Feuer** die Umsetzung (Verbrennung) von kohlenstoffhaltigen Materialien mit Luftsauerstoff: $C+O_2 \rightarrow CO_2$.

Der Schriftzug ‚FIRE‘ am unteren Bildrand wird auffallend von fünf Flammenschalen flankiert. Im Mittelpunkt des Bildes das Verbrennungsdreieck, das die Bedingungen nennt, die notwendig sind und zeitlich zusammen treffen müssen, damit ein Feuer entstehen kann: ein geeigneter **Brennstoff**, **Sauerstoff** und eine erhöhte **Temperatur**. Die äußeren Balken enthalten die Bedingungen für ein erfolgreiches Löschen von Feuer: **Ersticken**, **Kühlen** und das **Entfernen** des brennbaren Materials (**m.m.**).

Den Feuererscheinungen werden seit altersher bestimmte Personen zugeordnet: **St. Florian**, der Schutzpatron für die Abwendung von Feuer und Symbolfigur der Feuerwehr (**o.m.,l.**). Volkstümliche Verbreitung hat der ironische Spruch erlangt: „*Heiliger Sankt Florian, verschon' mein Haus, zünd' and're an!*“ In der Mitte **Loki**, Riese bzw. Gott (Ase) aus der nordischen Mythologie (Edda-Saga). Loki ist eine der vielschichtigsten Gestalten. Er tritt als nützlicher Verbündeter und Freund der Götter auf, andererseits spielt er ihnen auch Streiche und hintergeht sie. Die Gleichsetzung mit dem Feuerriesen Logi (vgl. Richard WAGNERS, 1813-83, Opernfigur Loge aus dem ‚Ring der Nibelungen‘),

baut allerdings auf einem Missverständnis (**o.m.**). Die römische Göttin **Vesta** galt als keusche Hüterin des heiligen Feuers, als Göttin von Heim und Herd (vergleichbar mit der Göttin Hestia der griechischen Mythologie, **o.m.,r.**).

Zwischen diesen drei Figuren zwei Symbole für das Feuer: links der PLATONsche Tetraeder für Feuer und rechts das alchemistische Dreieck.

Feuer haben für den Menschen unterschiedliche Bedeutung und finden für ihn auf verschiedene Art und Weise ihre Anwendung. Schadfeuer sind z.B. Haus- und Wohnungsbrände (**u.m.**). Waldbrände (**u.r.**) richten gerade in unserer heutigen Zeit wegen zu hoher Temperaturen und ausbleibendem Regen große Schäden an (aktuell 2021 in Nordamerika und Australien).

Der Mensch bedient sich aber auch ganz gezielt des Feuers und nutzt es für verschiedene Lebenszwecke: das Feuer im Küchenherd zur Bereitung von warmen Getränken und Speisen, das Kaminfeuer in der Wohnstube zum Wohlfühlen (**o.r.**), das Lagerfeuer im Freien und das Feuerwerk zu Festlichkeiten und an besonderen Feiertagen (**m.r.**) zu seinem Vergnügen und seiner Erbauung. Für stille und nachdenkliche Stunden, insbesondere für die Vorweihnachtszeit und das Weihnachtsfest selbst ist der flackernde, lebendige Kerzenschein eine Wohltat und für Viele ein unverzichtbares Ritual (Kerze, **m.m.,r.**).

zum Glühen und Dieselkraftstoff im Zylinder eines Motors entzündet werden kann.

In dem 1823 durch den deutschen Chemiker Johann Wolfgang DÖBEREINER (1780-1849) entwickelten Feuerzeug wird durch Zink (Zn) und Schwefelsäure (H₂SO₄) Wasserstoff (H₂) erzeugt, der sich an einem Platinschwamm mit Luft (Knallgas) entzündet (**m.l.**). Wenn Festkörper elastisch verformt werden, tritt eine Änderung der elektrischen Polarisation ein (Piezoeffekt). Durch einen Piezokristall lässt sich ebenfalls ein Funke erzeugen, der ein umgebendes Gas entzünden kann (**m.m.,l.**). In Reibfeuerzeugen werden Funken mit einem Reibrad an einem Zündstein (z.B. aus Auermetall-Cereisen) erzeugt (**u.l.**). Streichhölzer (veraltet: Schwefelhölzer) sind sehr praktisch zu handhaben. Die mit einer Masse aus weißem Phosphor am Zündkopf bestückten Holzstäbchen bringt man sehr leicht durch Streichen an einer präparierten Reibfläche des Zündholzschächtelchens zum Entflammen.

Feuer (engl.: ‚Fire‘) ist die sichtbare Erscheinung einer Verbrennung unter Abgabe von Wärme, Licht und dem ‚Klimakiller‘ Kohlendioxid (CO₂).

In der griechischen Mythologie ist PROMETHEUS als Feuerbringer und Lehrmeister der Urheber der menschlichen Zivilisation (o.l.).

Dem antiken Vorbild folgend spielt das Feuer und seine Flamme bei Olympischen Spielen eine große Rolle (Fackel, o.r.). Im Brauchtum verankert ist es durch die Hexenverbrennungen des Mittelalters und die Walpurgisnacht (m.m.,r.). In alten Märchen treiben feuerspeiende Drachen ihr Unwesen. Unser Zeichner hat eher den kleinen Drachen Tabaluga vor Augen gehabt, den Peter MAFFAY (*1949) singend mit großem Erfolg in die Welt gesetzt hat (o.l.). Der Feuerhahn ist ein Symbol aus der chinesischen Astrologie (o.m.,l.) Gekreuzte Äxte und Feuerwehrhelm in der Mitte und das Feuerlöscher-Piktogramm sind Kennzeichen der Feuerwehren (o.m.).

Feuerwaffen tragen ihren Namen zu Recht, spricht man doch ganz allgemein vom „Abfeuern“, wenn geschossen wird (Pistole, u.m.,l.) und von „Feuergefechten“ auf den Kriegsschauplätzen. Selbstgebastelte „Molotow-Cocktails“ sind eine Brandwaffe, die vor allem terroristischen Attacken dient (u.m.,r.).

In der Wirtschaft haben wir es oft mit offenen Feuern zu tun, z.B. in Hochöfen (aus Kohle und Kalk wird in der chemischen Industrie Carbid, CaC_2 , aus Erz und Zutat Eisen und Stahl, m.r.). Auch in den Öl- und Gasheizungen unserer Wohnungen brennt immer eine kleine Flamme (o.r.).

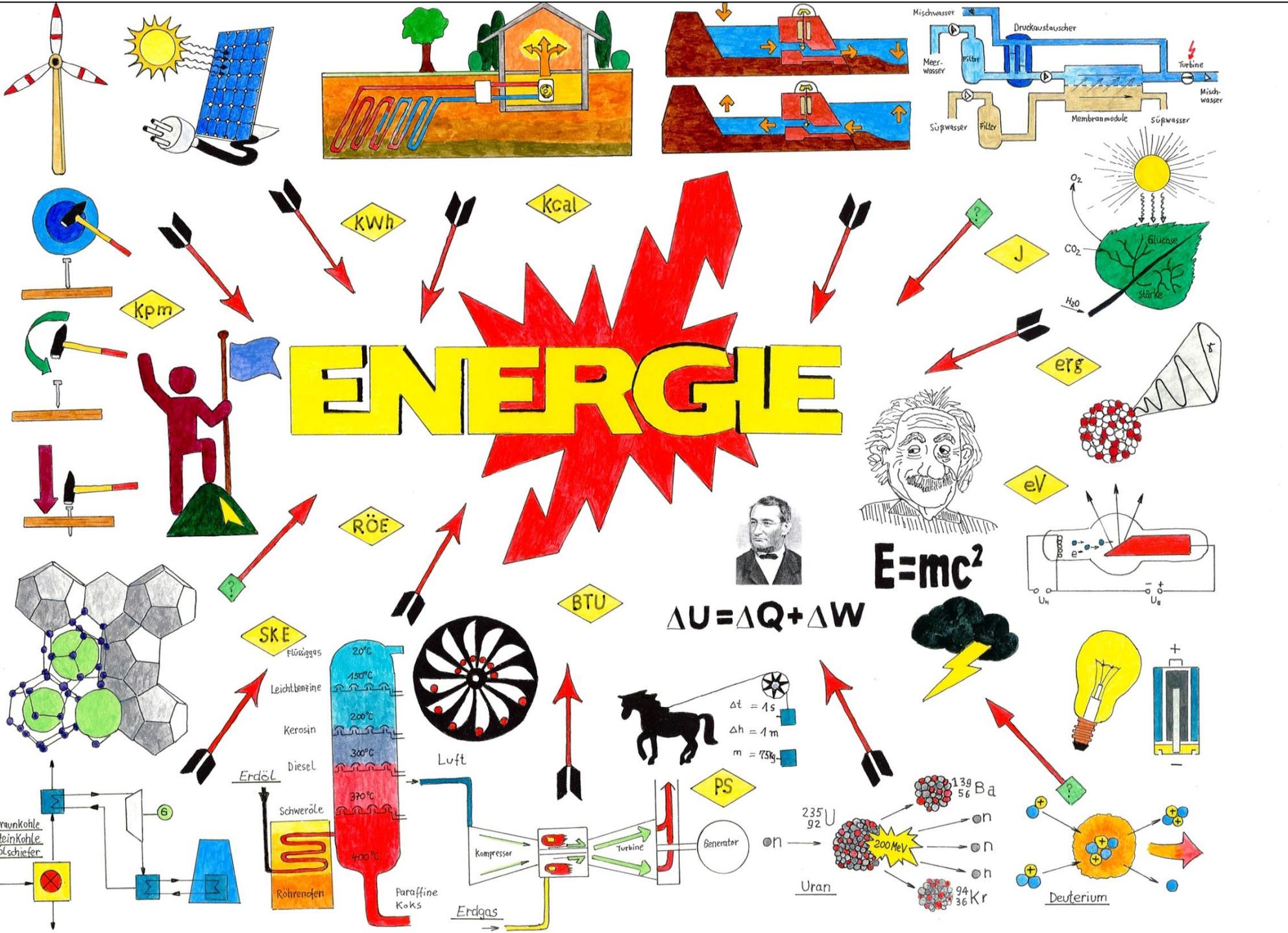
Fortsetzung des Textes zum ‚Feuer‘-Bild (Seite 36)

Doch wir stehen an einer Zeitenwende. Um eine Klimakatastrophe zu verhindern und die fortschreitende Erderwärmung durch den menschengemachten Ausstoß von Treibhausgasen (vor allem CO_2) deutlich zu senken und auf 1,5 maximal 2 Grad zu begrenzen, müssen wir in den nächsten Jahrzehnten in einer großen Kraftanstrengung die Rohstoffbasis unserer Energieerzeugung, industriellen Produktion und Mobilität auf erneuerbare Energien (Wind, Wasser und Sonne) sowie auf Wasserstoff (H_2) als umweltverträglichen Rohstoff umstellen.^{2g-i} Der Einsatz von Wasserstoff macht aber nur dann Sinn, wenn er ausschließlich mit Hilfe erneuerbarer Energien durch Elektrolyse des Wassers erzeugt wird. Nur dann rentieren sich die höheren Kosten und die enormen Aufwendungen zur Erzeugung gewaltiger Mengen ‚grüner‘ Energie. Der Vorteil besteht darin, dass seine Verbrennung nur Wasser in die Umwelt emittiert.

Welch große emotionale Bedeutung das Wort ‚Feuer‘ im Laufe der Jahrhunderte erlangt hat, lässt sich erkennen an Redewendungen wie „Feuer im Herzen“ (es werden auch andere Körperteile genannt). Das ‚Feuer‘ von Edelsteinen und Brillanten (o.r.) verzaubert uns schöne Stunden. Das Wort ‚Feuer‘ taucht im Leben von uns Menschen bis in unsere heutige Zeit immer wieder in vielen Begriffen und Alltagsbezeichnungen auf.

Das ist auch bei all unseren Bildern der Fall: Wir begannen mit ‚feuriger‘ Musik und denken an HÄNDELS ‚Feuerwerksmusik‘. ‚Feuerwasser‘ enthält zumeist weniger Wasser. In luftiger Höhe vor dunklem Nachthimmel begeistert uns zu festlichen Anlässen oft farbiges und lautstarkes ‚Feuerwerk‘ (o.r.), in der Biologie begegnen uns ‚Feuernelken‘, ‚Feuerwanzen‘ und ‚Feuersalamander‘ (m.m.,l.), in der Medizin ein ‚Feuermal‘ auf der Haut, in der Landwirtschaft ‚Herbstfeuer‘ und ‚Schmiedefeuer‘ (Beschlagung der Pferde), in der Meteorologie ein ‚Feuerball‘, in der Energiewirtschaft sehen wir viele ‚Feuerstellen‘, in Bergbau und Geologie finden wir ‚Feuerstein‘, in der Geografie kennen wir ‚Feuerland‘, in Mathematik und Physik denken wir unsere Köpfe ‚feurig‘, die Chemie bringt das ‚Feuer‘ mittels Bunsenbrenner ans Reaktionsgemisch, im Buna-Werk Schkopau schwitzten früher die Arbeiter vor den ‚Feuern‘ der offenen Carbidöfen, in der Astronomie kreist alles um die Sonne als ‚Feuerball‘ und in der Astrologie kennen wir ebenfalls ‚Feuerzeichen‘ Kunstgeschichtliche Bauten fielen oft einer verheerenden ‚Feuersbrunst‘ zum Opfer und die Religion hält für uns das ‚Höllengefeuer‘ bereit.

Das Leben ist interessant, aufregend und schön. Bewahren wir uns das ‚Feuer der Zuversicht‘ in unseren Herzen.



„Energie“

Der Schriftzug **„Energie“** über den in kräftigem Rot zuckenden Blitzen in der Mitte des Bildes stimmt uns ein auf dieses für uns Menschen so bedeutende und sehr aktuelle Thema (**m.m.**). Es hat eine große Bedeutung für unser Leben und setzt die zur ‚Meteorologie‘ und zum ‚Feuer‘ geführte Diskussion mit anderen Fakten und Argumenten fort.

Energie ist überall in unserem Leben außerordentlich wichtig und notwendig, ja unverzichtbar. Ohne Elektroenergie würden z.B. in unseren Haushalten Kühlschränke, Waschmaschinen und Kochplatten nicht funktionieren, gäbe es des Nachts kein Licht in unseren Häusern und auf den Straßen, im Winter wäre es ungemütlich kalt in unseren Wohnungen. Wir könnten auch keine Musik im Radio hören und nicht fernsehen.

Ohne Energien, seien es Elektro- oder Wärmeenergie, seien es Kraftstoffe für das Betreiben von Motoren oder Maschinen, ohne die würde unsere gesamte Wirtschaft nicht funktionieren und unser Leben müssten wir ganz anders organisieren (teilweise wie in vergangenen Jahrhunderten). Das haben viele von uns verlernt oder gar nicht erst gelernt. Vor allem die Städter können sich ein solches Leben wahrscheinlich gar nicht mehr vorstellen. Die gesamte Infrastruktur einer Stadt würde ohne Elektroenergie einfach zusammenbrechen.

Das ‚Energie‘-Bild stellt im unteren Teil die traditionellen Energien und ihre Erzeugung dar, während im oberen Teil des Bildes die erneuerbaren Energien vorgestellt werden.

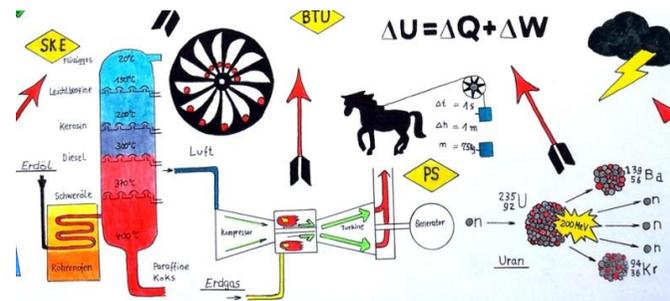
Energie (SI-Einheit: Joule, veraltet: Kalorie)^{3b} ist eine fundamentale physikalische Größe, die in allen Teilgebieten der Physik sowie in der Technik, Chemie, Biologie und der Wirtschaft eine zentrale Rolle spielt. Energie gibt es in verschiedenen Energieformen, die ineinander umgewandelt werden können. Beispiele sind: potentielle, kinetische, elektrische, chemische und Wärmeenergie (thermische Energie, **m.l.**).

Jahrhunderte und Jahrzehnte lang waren die fossilen Rohstoffe Steinkohle, Braunkohle, Erdöl, Ölschiefer und Erdgas die Rohstoffe für unseren Energiebedarf. Die für Strom- und Wärmeerzeugung notwendigen Technologien sind ausgereift und stehen in Kraftwerken auf höchstem technischem Niveau ausreichend zur Verfügung (**u.l.**). Die aufgrund der Notwendigkeit des sofortigen Verbrauches recht komplizierte Stromverteilung und -versorgung wird nach jahrzehntelangen Erfahrungen sehr gut beherrscht. **Aber:** Bei jedem Verbrennungsvorgang fossiler Energieträger entsteht Kohlendioxid (**CO₂**). Dieses sehr stabile und wenig reaktionsfähige Molekül reichert sich in

der Erdatmosphäre an und trägt so zur Erderwärmung bei.

Die **Steinkohle** ist ein schwarzes, hartes und festes Sedimentgestein, das vor etwa 250-350 Mio. Jahren durch Carbonisierung von Pflanzenresten entstand (Inkohlung). Bei ihr handelt es sich um eine höherwertige Kohle (>50 Gew.-% **C**, „Schwarzes Gold“). Sie wird als fossiler Energieträger hauptsächlich zur Strom- und Wärmeerzeugung und zur Koksproduktion für die Eisenverhüttung genutzt. Rückstände aus der Verbrennung (Asche etc.) werden in der Bauindustrie verwendet. Die Steinkohleeinheit (SKE) ist eine in Mitteleuropa gebräuchliche Maßeinheit für den Energieinhalt (1 SKE ~ 7.000 kcal/kg, **u.l.**).

Braunkohle (früher auch ‚Turff‘ genannt) ist ein bräunlich-schwarzes, meist lockeres Sediment, das ebenfalls durch Inkohlung von organischen Substanzen entstanden ist und vorwiegend zur Energieerzeugung verwendet wird. Rohbraunkohle (55% Wasser, 40 Gew.-% **C**) besitzt nur etwa ein Drittel des Heizwertes von Steinkohle (8 MJ oder 2,2 kWh/kg), stößt aber bei der Verbrennung deutlich mehr Treibhausgase aus als diese.



Fortsetzung des Textes zum ‚Energie‘-Bild (Seite 40)

Erdgas ist ein natürlich entstandenes Gasgemisch, das wegen der ähnlichen Entstehungsgeschichte häufig zusammen mit Erdöl in unterirdischen Lagerstätten vorkommt. Es besteht hauptsächlich aus hochentzündlichem Methan (CH_4 , die Zusammensetzung des Gases ist stark abhängig von der jeweiligen Lagerstätte). Es ist in hohem Maße brennbar. Als fossiler Energieträger dient es hauptsächlich der Beheizung von Wohn- und Gewerberäumen, zur Stromerzeugung (Gasturbinenkraftwerk, **u.m.**) und als Treibstoff für Schiffe und Kraftfahrzeuge. Es ist Wärmelieferant für thermische Prozesse in Gewerbe und Industrie (Großbäckereien, Ziegeleien, Zementwerke, Montan- und Schwerindustrie). In der Chemieindustrie hat es mengenmäßig bedeutende Anwendungen als Reaktionspartner in chemischen Prozessen (z.B. Ammoniaksynthese und Wasserstofferzeugung). In der Metallurgie spielt es bei der Eisenerzreduktion im Hochofenprozess eine große Rolle.

Methanhydrat (Methanclathrat, Methaneis oder „*brennbares Eis*“) ist eine in der Tiefsee, an den Schelfen der Polargebiete und unterhalb der Permafrostböden natürlich vorkommende, eisartige Substanz. Sie ist aus Wassermolekülen aufgebaut, die über Wasserstoffbrückenbindungen eine Käfigstruktur bilden, in denen Methanmoleküle eingeschlossen sind (**u.l.**).

Das eingeschlossene Methan stammt größtenteils aus der mikrobiellen Methanogenese.

In den 1930er Jahren fand man beim Erdgastransport in Pipelines eine eisähnliche Substanz, welche die Pipelines verstopfte. Man konnte dieses Eis, das beim Kontakt mit einer Flamme brannte, als Methanhydrat identifizieren. In den 1940er Jahren wurde über natürliche Methanhydratvorkommen in der Permafrostzone Kanadas spekuliert. Ende der 1960er Jahre stießen russische Bohrtruppen in Sibirien beim Niederbringen einer Bohrung im oberen Teil eines Erdgasfelds auf eine Lagerstätte von Methanhydrat. Zu Beginn der 1970er Jahre wurde Methanhydrat am Meeresboden in arktischen Gebieten, etwa in Alaska oder im kanadischen Mackenzie-Delta nachgewiesen. Damit wandelte sich Methanhydrat von einer Kuriosität zu einer möglichen Energiequelle.

Die Erwärmung der Ozeane und der Atmosphäre reduziert die Stabilität der Methanhydrate und führt zu einer Freisetzung des Methans. Die Gefahr für das Erdklima: Sein Treibhauspotenzial ist 33 Mal höher als das der gleichen CO_2 -Menge.

Erdöl ist ein in der oberen Erdkruste vorkommendes, gelblich bis schwarzes, hauptsächlich aus Kohlenwasserstoffen (KW) bestehendes komplexes Stoffgemisch, das durch Jahrtausende lange Umwandlungsprozesse unter Druck aus organischen Stoffen entstanden ist. Die Aufbereitung des Rohöls erfolgt nach der Wasserabtrennung und Entsulfung durch Destillation in verschiedene Fraktionen: Flüssiggas (C_3/C_4 -KW-stoffe, Siedebereich: -40 bis 0°C , Feuerzeug-/Campinggas, Kältemittel anstelle FCKW), Leichtbenzin (C_5/C_6 -KW-Stoffe, Siedebereich: bis ca. 130°C , Reinigungs-, Entfettungs- oder Extraktionsmittel, Bestandteil von Otto-Kraftstoffen), Schwerbenzin/Naphtha (C_6 - C_{12} -KW-Stoffe, Siedebereich: 130 - 220°C , Zusammensetzung und Siedebereiche variieren stark je nach Herkunft, Kraftfahrzeug- und Flugzeugtreibstoffe, Chemierohstoff), Kerosin (C_9 - C_{17} -KW-Stoffe, Siedebereich: ca. 150 - 300°C , Flugzeugbenzin), Dieseldieselkraftstoff (141 - 462°C , Gemisch verschiedener KW-Fractionen, Kraftstoff für Dieselmotoren), Schweröle (C_{20} - C_{70} , Siedebereich: ca. 300 bis berechnet etwa 700°C , Rückstandsöle, Kraftstoff für Großdieselmotoren, Schiffsdiesel, Dampflokomotiven, Kraftwerksdiesel, **u.m.,l.**).

Nach der Entdeckung der Kernspaltung im Jahre 1938 durch Otto HAHN (1879-1968)^{3a)} und Fritz STRAßMANN (1902-80) gewann das radioaktive Element **Uran** als Kernbrennstoff rasch an Bedeutung (**u.r.**). Seit den 1950er Jahren wird diese Technologie in großem Maßstab zur Stromerzeugung genutzt. Anfang 2020 waren weltweit 447 Reaktorblöcke mit einer Gesamtleistung von 397 GigaWatt (GW) in 31 Ländern in Betrieb und weitere 53 im Bau. Darüber hinaus sind mehr als 100 Kernkraftwerke für das Jahrzehnt bis 2030 in Planung.

Die großen Vorteile der Stromerzeugung auf Basis Kernenergie (Kernkraft, Atomkraft) bestehen darin, dass sie grundlastfähig ist und dabei kein CO₂ in die Erdatmosphäre gelangt. Als riesige Nachteile dieser Technologie erweisen sich die Gefahren für Mensch und Umwelt, die durch die Radioaktivität der Rohstoffe und Reaktionsprodukte entstehen, ebenso wie die bisher nicht gelöste Frage der notwendigen sicheren Endlagerung der radioaktiven Brennstäbe und Abfallprodukte über einen Zeitraum von mehreren Millionen Jahren.

Die bekanntesten Unfälle in kerntechnischen Anlagen sind der Super-Gau von Tschernobyl/Ukraine (damals Sowjetunion) am 26. April 1986 und die Tsunamikatastrophe von Fukushima/Japan am 11. März 2011. Neben diesen gab es es noch weitere Unglücke, bei denen es zu erheb-

Fortsetzung des Textes zum ‚Energie‘-Bild (Seite 40)

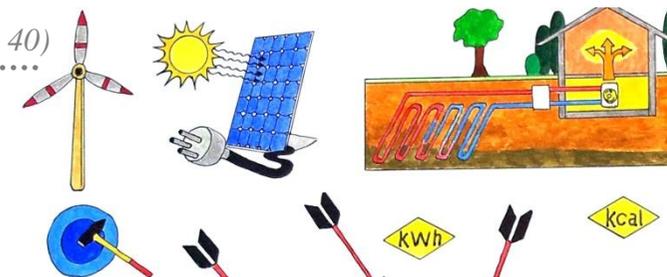
heblicher Kontamination und damit zu Umwelt- und Gesundheitsschäden gekommen ist.

Die deutsche Politik hat nach dem Fukushima-Unglück den vollständigen Ausstieg aus der Kernenergie bis zum Jahr 2022 beschlossen. Bisher ist nur Italien komplett aus der Atomenergie ausgestiegen. Auch Belgien und die Schweiz haben einen Atomausstieg angekündigt, weitere Staaten brachen zum Teil weit vorangeschrittene Atomprogramme ab. Bisher sind schon 181 Kernkraftwerksblöcke abgeschaltet worden.

Der Atomausstieg ist ein wichtiger Teilaspekt der Energiewende. Sie ist jedoch wesentlich weiter gefasst und sieht langfristig den völligen Verzicht auf konventionelle Energieträger (Kernbrennstoffe und fossile Brennstoffe) und die vollständige Umstellung auf erneuerbare Energien vor.

Der Bildautor wirft die Frage auf (Fragezeichen im Pfeil, **u.r.**), ob und wann in Zukunft Kernfusionsreaktionen (die Kerne von Deuterium ²H/D und Tritium ³H/T verschmelzen dabei zu einem Heliumkern ⁴He) für unsere Energieerzeugung genutzt werden können. Sonne und leuchtende Sterne machen es uns vor.

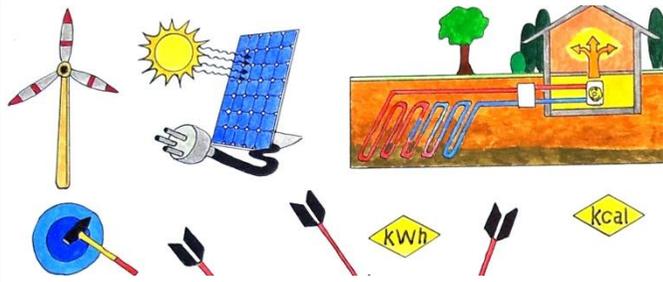
Sonne, Wind, Wasserkraft, Erdwärme und Biomasse sind natürliche Ressourcen, die stets von Neuem zur Verfügung stehen. Sie zu nutzen ist das Konzept der erneuerbaren Energien.



Windenergie wird schon seit dem Altertum genutzt. Mit Windmühlen wurden Korn zu Mehl gemahlen, Grundwasser an die Erdoberfläche gefördert oder Sägewerke betrieben.

Der Wind treibt heute bei uns überall im Land errichtete Windräder an und nutzt so die unerschöpfliche Windenergie zur Stromerzeugung (**o.l.**). Für Windräder gilt: je höher desto besser, denn in größeren Höhen weht der Wind stärker als am Boden. Moderne Windanlagen haben heute bei Nabenhöhen von über 160 Metern Rotordurchmesser von ca. 140 Metern. Nachteilig ist, dass die Winde nicht gleichmäßig und nicht immer wehen. Der erzeugte Strom fällt unregelmäßig an. Windenergie ist deshalb nicht grundlastfähig und bedarf Speichermöglichkeiten.

Trotzdem ist heute die Erzeugung von elektrischer Energie mit Windkraftanlagen die mit großem Abstand wichtigste Nutzung erneuerbarer Energien. 2019 betrug der Anteil an der weltweiten Stromproduktion 5,3%. Ende 2020 war eine Nennleistung von ca. 743 GW installiert, davon 35,3 GW auf offener See (offshore), wo der Wind besonders kräftig und dauerhafter weht.



Fortsetzung des Textes zum ‚Energie‘-Bild (Seite 40)

Es ist ein Menschheitstraum, das Sonnenlicht einzufangen und dem Menschen nutzbar zu machen. Die durch Kernfusionsprozesse im Sonneninneren (‚Wasserstoffbrennen‘), permanent entstehende elektromagnetische Sonnenstrahlung (bei ca. 5500 °C auf der Sonnenoberfläche) gelangt als **Sonnenenergie** (Solarenergie) auf die Erde, wo sie durch Photovoltaikanlagen (Sonnenkollektoren, Solartechnik) aufgenommen und in elektrischen Strom umgewandelt werden kann (**o.l.**). Daneben kann Sonnenenergie mittels Solarthermie ganz einfach in nutzbare thermische Energie umgewandelt werden.

Von Nachteil ist, dass auch die Sonne nicht immer scheint und dass in unseren Breiten die Sonneneinstrahlung auf die Erdoberfläche nur ca. 150 Watt/m² beträgt (in den Tropen das Doppelte). Außerdem ist der große Platzbedarf nachteilig (in Deutschland werden große Ackerflächen zweckentfremdet) und der CO₂-Eintrag in die Atmosphäre ist bei ganzheitlicher Betrachtung (Herstellung der Paneele) höher als bei den anderen erneuerbaren Energien.

Indirekt trägt die Sonne auch durch die **Biomasse** zur Deckung des Energiebedarfs bei.

Die **Erdwärme** ist eine weitere Ressource, die im zugänglichen Teil der Erdkruste (einige tausend Meter) als gespeicherte Wärme (thermische Energie) unbegrenzt zur Verfügung steht. Durch die in den oberen drei Kilometern der Erdkruste gespeicherte Erdwärme könnte theoretisch der derzeitige weltweite Energiebedarf über die nächsten 100.000 Jahre gedeckt werden. Die Erdwärme kann entweder direkt als Wärme genutzt oder indirekt in einem Geothermiekraftwerk in Strom umgewandelt werden.

Die technische Erschließung gelingt mittels Erdwärmekollektoren, Erdwärmesonden, Energiepfählen (im Boden verbaute armierte Betonstützen mit Kunststoffrohren für den Wärmetausch) oder Wärmebrunnenanlagen. Der Wärmetransport erfolgt über Rohrleitungssysteme mit einer zirkulierenden Flüssigkeit, die in der Regel mit einer Wärmepumpe verbunden ist (Kraft-Wärme-Kopplung, **o.m.**).

Es wird vermutet, dass bereits vor 5.000 Jahren die **Wasserkraft** (Hydroenergie) in China genutzt worden ist. Die alten Hochkulturen an Nil, Euphrat, Tigris und Indus haben vor ca. 3.500 Jahren die ersten, durch Wasserkraft angetriebenen Schöpfräder zur Bewässerung ihrer Felder eingesetzt. Etwa im 2. Jh. v.Chr. wurde die ‚Archimedische Schraube‘ (Förderanlage mit Wendel und Trog) erfunden, die bis heute genutzt wird.

Zu Zeiten der Römer und Griechen sind nicht nur riesige, intelligente Äquadukte für die Wasserversorgung gebaut worden, Wasser wurde nicht nur in den Thermen sondern auch schon für den Antrieb von Arbeitsmaschinen genutzt.

Heute wird elektrischer Strom mit Hilfe von Generatoren erzeugt, die meist vom Wasser großer Talsperren gespeist werden. Um 2011 nahm die Wasserkraft nach Kohle und Erdgas und noch vor der Kernenergie mit 15,6 % den dritten Platz in der weltweiten Stromerzeugung ein.

Pumpspeicherwerke heben mit elektrisch betriebenen Pumpen Fluss- oder Seewasser auf ein höheres Niveau und speichern damit den Strom in einem Obersee als potentielle Energie (Lageenergie, **m.l.,o.**). Bei Bedarf wird es über die gleichen Röhren nach unten zum Antrieb von Turbinen zur Stromerzeugung abgelassen. Pumpspeicherkraftwerke sind eine exzellente Technik, um elektrische Energie in großem Maßstab zu speichern.

Gezeitenkraftwerke nutzen die potentielle und kinetische Energie aus dem Tidenhub des Meeres, um elektrischen Strom zu erzeugen. Sie entnehmen ihre Energie letztlich der Erddrehung und mit Hilfe der Anziehungskraft des Mondes und der Sonne auf die Erde (**o.m.,r.**).

Der Bildautor wirft hier die Frage auf (Fragezeichen im Pfeil, **o.r.**), ob und wann in Zukunft **Osmosekraftwerke** (Salzgradientenkraftwerke) Strom erzeugen, indem sie den Unterschied im Salzgehalt zwischen Süßwasser und Meerwasser nutzen. Entwicklungsprojekte gibt es seit den 1990er Jahren. Der weltweit erste Prototyp eines Osmosekraftwerks wurde am 24.11.2009 am Oslofjord in Tofte/Norwegen in Betrieb genommen. Dabei stehen Süß- und Salzwasser über eine semipermeable Membran miteinander in Kontakt und reines Wasser diffundiert durch die Membran auf die Salzwasserseite (Osmose, durch Nutzung der Hydratationsenergie der Salze stellt sich bei 3,5 % Salzgehalt und 10 °C ein osmotischer Druck von ca. 28 Bar ein).

Durch Photosynthese (vgl. ‚Biologie‘-Bild) werden in den Pflanzenblättern mit Hilfe des grünen Farbstoffs Chlorophyll durch Lichteinstrahlung aus CO₂ und Wasser Kohlehydrate und Sauerstoff gebildet (**o.r.**). Aus der entstandenen **Biomasse** stellt man in Deutschland größtenteils Lebens- und Futtermittel her. Als nachwachsender Rohstoff dient Biomasse aber auch der Stromerzeugung. Meist gleich vor Ort wird sie (samt Gülle und Silage) von den Landwirten in großen Behältern vergoren und das dabei gewonnene Biogas verstromt.

Am linken Bildrand symbolisieren die drei Piktogramme mit dem Hammer die potentielle Energie

Fortsetzung des Textes zum ‚Energie‘-Bild (Seite 40)

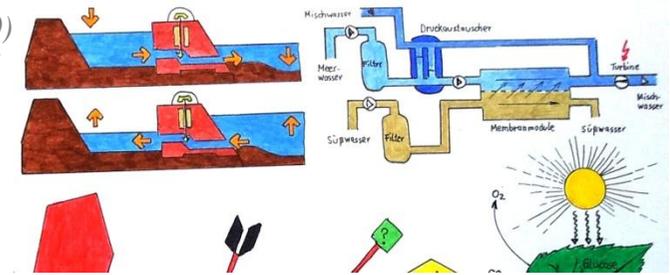
(Hammer erhoben), die kinetische Energie (Hammer saust nach unten) und die mechanische Energie (Hammer schlägt zu, **m.l.**).

Am rechten Bildrand: Strahlungsenergie (Gamma-Strahlen, Röntgenstrahlung, Röntgenröhre), Lichtenergie (Beispiel: Glühbirne), chemische Energie (Beispiel: Batterie) und elektrische Energie (Blitz, ein Blitz hat ca. 23,5 kWh, **m.r.**).

Robert MAYER (1814-78), deutscher Arzt und physiologisch forschender Mediziner, formulierte als einer der ersten Wissenschaftler den für Physik, Chemie und Medizin bedeutenden **1. Hauptsatz der Thermodynamik** (Formel, **m.m.,r.**), der die Energieerhaltung in thermodynamischen Systemen beschreibt. Danach ist die Änderung der inneren Energie eines geschlossenen Systems (ΔU) gleich der Summe der Änderungen der Wärme (ΔQ) und der Arbeit (ΔW). Die Energie eines abgeschlossenen Systems ist konstant.

Mit beteiligt waren der britische Physiker James Prescott JOULE (1818-89, die SI-Einheit für die Energie wurde ihm zu Ehren ‚Joule‘ genannt) und der deutsche Physiker und Universalgelehrte Hermann von HELMHOLTZ (1821-94).

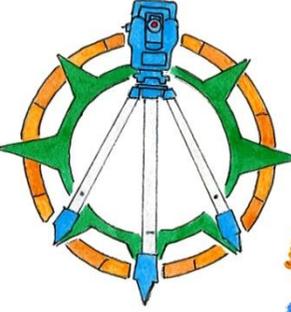
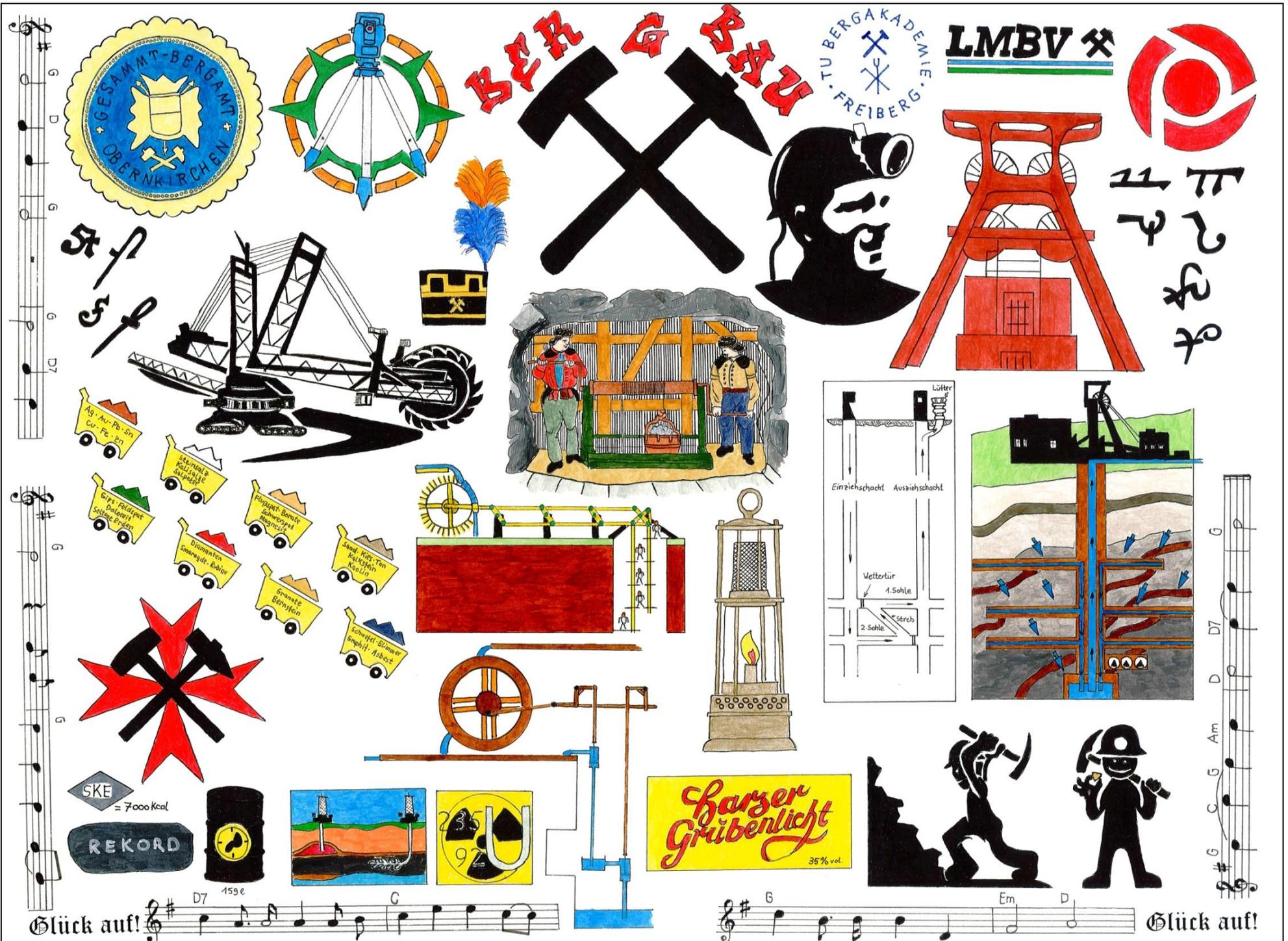
Sich ewig ohne äußere Anstöße bewegende ‚**Perpetuum Mobiles**‘ (Beispiel eines Kugelspiels, **u.m.**) widersprechen dem Hauptsatz der Thermodynamik und sind deshalb nicht realisierbar.



Der deutsche Physiker Albert EINSTEIN (1879-1955) entdeckte 1905 das Naturgesetz der Äquivalenz von Masse und Energie $E = m \cdot c^2$ (**m.r.**). Sein Hauptwerk, die ‚Relativitätstheorie‘, machte ihn weltberühmt. Er gilt als der Inbegriff des Forschers und Genies. Seine theoretischen Arbeiten spielten aber, im Gegensatz zur weit verbreiteten Meinung, beim Bau der Atombombe und der Entwicklung der Kernenergie nur eine indirekte Rolle.

Über das ganze Bild sind (in gelben Rhomben) Energieeinheiten verteilt: **Kilopondmeter** (kpm, **o.l.**), **Kilowattstunde** (kWh), **Kilocalorie** (kcal, beide **o.m.**), Joule, erg (beide **o.r.**), **Elektronenvolt** (eV, **m.r.**), ‚**british thermal unit**‘ (BTU, **u.m.**), **Steinkohleeinheit** (SKE, **u.l.**), **Rohöleinheit** (RÖE, **m.m.,l.**) und die auf James WATT (1736-1819) zurückgehende, inzwischen altertümliche **Pferdestärke** (PS, 75 kg in 1 Sek, 1 m heben, **u.m.,r.**).

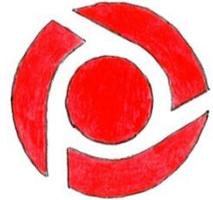
Auch der Mensch besitzt Energie (geistige und körperliche, Tat- und Willenskraft, Freude beim Bergaufstieg, **m.l.**).



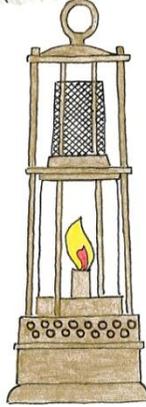
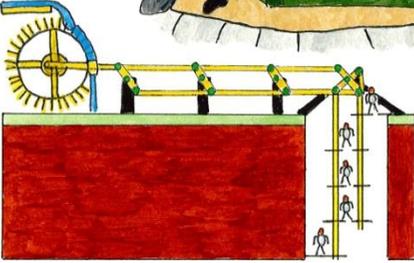
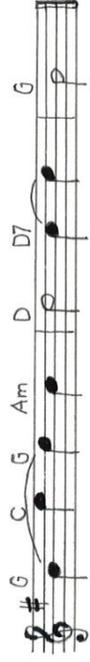
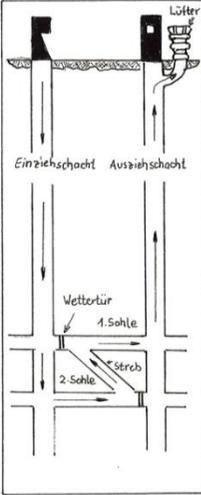
BERGAMT



LMBV



Handwritten symbols and characters, possibly representing a code or name.



Glück auf!

Glück auf!

„Bergbau“

Schon beim vorangegangenen ‚Energie‘-Bild kam uns bisweilen der Bergbau in den Sinn, werden doch alle fossilen Energierohstoffe auf die eine oder andere Art bergmännisch gewonnen.

Markant für das ‚Bergbau‘-Bild sind die in Schwarz gehaltenen, gekreuzten Hämmer (‚Eisen‘ und ‚Schlägel‘) als internationales Symbol für den Bergbau sowie das Profil eines Bergmanns mit der typischen Helmlampe, die für das Arbeiten unter Tage unverzichtbar ist (**o.m.**).

Steinkohle wird meist unter Tage abgebaut (**u.r.**) und mit Förderkörben nach über Tage transportiert (Förderturm, **o.r.** und Bergwerksquerschnitte, **m.r.**).^{3b)} Traditionelle große Steinkohlereviere befinden bzw. befanden sich im Westen Deutschlands in Nordrhein-Westfalen (Ruhrgebiet und Aachener Revier) und im Saarland. Im Osten Deutschlands wurde Steinkohle im Döhlener (bei Freital), Lugau-Oelsnitzer und Zwickauer Revier (alle in Sachsen) abgebaut.

Die unterirdischen Grubenfelder sind durch Strecken (Stollen) auf verschiedenen Sohlen (Ebenen) und durch Schächte und Blindschächte miteinander verbunden (**m.r.**). Früher wurde das Erzgestein mit Schlägel und Eisen, später mit dem Presslufthammer gewonnen (**u.r.**). Heutzutage ist der Abbau weitgehend vollmechanisiert.

Die an den Abbaustellen gewonnenen Erze werden über Förderbänder oder mit schienengebundenen Loren zum Förderschacht transportiert. Die Kohle wird dort in Fördergefäße (Skip) umgefüllt und zu Tage gefördert (**m.r.**).

Über dem Schacht steht ein Förderturm (**o.r.**), von wo das Förderseil ins Maschinenhaus umgelenkt wird. Die weiteren oberirdischen Teile der Zeche (Tagesanlagen) sind das Kesselhaus mit den Dampferzeugern, die Hängebank, wo die geförderte Rohkohle in Güterloren umgefüllt und in speziellen Anlagen vom tauben Gestein getrennt (gewaschen), aufbereitet und veredelt wird. Dazu kommen Bewetterungs- und Wasserhaltungsanlagen sowie Waschkäue, die Aufenthalts- und Umkleideräume für die Bergleute.

Das von 1851 bis 1986 aktive Steinkohlebergwerk ‚Zeche Zollverein‘ in Essen/Ruhrgebiet ist heute Weltkulturerbe der UNESCO.

Der mittlere Brennwert von einem Kilogramm Steinkohle beträgt 7.000 kcal. Um Energiemengen miteinander vergleichen zu können, hat man diese Größe zur Maßeinheit ‚Steinkohleeinheit‘ gemacht (SKE, **u.l.**, vgl. ‚Energie‘-Bild). Neben der Nutzung als fester Brennstoff mit hohem Brennwert wird Steinkohle zu Steinkohlenkoks veredelt, der als Brennstoff und Reduktionsmittel in der Eisen- und Carbidherstellung eingesetzt wird.

Die bei der Verkokung anfallenden Nebenprodukte Steinkohlenteer und aromatische Kohlenwasserstoffe haben als Rohstoffe den Beginn der industriellen Chemie stark beeinflusst.

Braunkohle wird meist in Tagebauen mit Hilfe großer Abraumbagger (**m.l.o.**) und riesiger Förderbrücken abgebaut, wobei letztere den gesamten Tagebau überspannen, um das über dem Kohleflöz abzutragene Deckgebirge an der bereits ausgekohlten Grubenseite wieder abzulagern. Große Braunkohletagebaue gibt es in Deutschland im Rheinland und in Ost- bzw. Mitteldeutschland.

Im ehemaligen Bitterfelder Braunkohlerevier hat man bei Gräfenhainichen eine ganze Baggerstadt (Ferropolis) errichtet, wo man die alten Stahlriesen besichtigen kann und wo vor dieser imposanten Kulisse regelmäßig Rockkonzerte stattfinden.

Im Lausitzer Revier hat man den ehemaligen Braunkohletagebau Niemtsch von 1967 bis 1972 mit dem Wasser der Schwarzen Elster geflutet. Der so entstandene ‚Senftenberger See‘ ist der größte der heutigen Lausitzer Seenplatte.

Südlich von Leipzig ist mit der 1996 begonnenen Flutung zuerst der Cospudener Sees entstanden. Durch die bis heute andauernde Einleitung von Grund- und Niederschlagswasser sowie von Sumpfungswasser aus den noch arbeitenden,



Fortsetzung des Textes zum ‚Bergbau‘-Bild (Seite 46)

benachbarten Tagebauen („Vereinigtes Schleenhain“) in die zahlreichen dort befindlichen und ausgekohlten Braunkohlegruben ist das ‚Leipziger Neuseenland‘ entstanden. Zur Stabilisierung des Wasserhaushalts dieser Seen werden begrenzte Wassermengen aus der Weißen Elster entnommen.

Die Vollendung der 1998 begonnenen Flutung des Großen Goitschesees im Bitterfelder Braunkohlerevier erfolgte unvorhergesehen und schlagartig durch das Muldehochwasser im Jahre 2002 innerhalb von nur zwei Tagen.

Im Geiseltal (15 km langes Tal zwischen Merseburg und Querfurt) wurde Braunkohle erstmals vor mehr als 300 Jahren aufgefunden. Ende des 19./Anfang des 20. Jh. begann die industrielle Förderung, die auch Grundlage für die Ansiedlung der chemischen Großindustrie in Leuna und Schkopau war. Das Revier Geiseltal wurde zu einem der größten zusammenhängenden Tagebauareale Deutschlands. Es entstanden einzelne, meist voneinander unabhängige Gruben (Elisabeth 1906, Großkayna 1907, Beuna 1907, Cecilie 1907, Rheinland 1908, Leonhardt 1910, Pfännerhall 1911).

Auf einem Landschaftsgebiet von ca. 33 km² wurden 16 Ortschaften ‚überbaggert‘ und die Zug- bzw. Straßenbahngleise sowie das Flüsschen Geisel auf einen mit Abraum neu aufgeschütteten Damm umverlegt. Der Kohleabbau erfolgte bei einer natürlichen Oberkante von ca. 110 m über NN bis zu einer Tiefe von 70 m (Tagebau Mücheln) bzw. 130 m (Tagebau Großkayna). Seit 1861 bis 1993 (Jahr der Einstellung der Kohleförderung) sind aus dem Geiseltal insgesamt 1,4 Mrd. Tonnen (m³) Braunkohle abgebaut worden.

Ab 2003 wurde der Braunkohletagebau Geiseltal innerhalb von fünf Jahren mit im Wasserwerk Leuna-Daspig gereinigtem Saalewasser über eine 14 km lange Rohrleitung geflutet.

Der 18,4 km² große Geiseltalsee mit einer Uferlänge von 41 km und einer maximalen Wassertiefe von 76 m erreichte 2011 seinen endgültigen Pegelstand von 98,5 m über NN. Er ist der derzeit größte künstlich angelegte See Deutschlands. Es folgen von der Größe her der Goitschensee im Bitterfelder Revier (13,3 km², beide Sachsen-Anhalt) und der Zwenkauer See im Leipziger Neuseenland (9,7 km², Sachsen).

Die Wasserführung im Bergbau ist von existenzieller Bedeutung. Durch den Tiefeneingriff in die Erdkruste werden auch Wasseradern angeschnitten. Das austretende Grundwasser muss abgelei-

tet, gesammelt und nach Übertage gepumpt werden, damit die Bergleute durch das einbrechende Wasser nicht in Gefahr geraten (**m.r.**). Eine solche Wasserführung ist sowohl im Tiefbau wie im Tagebau notwendig. Das Abpumpen des Grundwassers führt in der umgebenden Landschaft zu einem trichterartigen Absinken des Grundwasserspiegels, was zum Versiegen natürlicher Quellen führt. Bei Flutung des Geiseltalsees konnte man beobachten, wie über Jahrzehnte trockene Quellen wieder zu sprudeln angingen.^{7b)}

Aus der Gesamtheit aller Maschinen und technischen Anlagen („Bergmannskunst“, künstlich geschaffener Apparate und Gerätschaften zur Bewältigung technischer Probleme), werden hier die ‚Wasserkunst‘ (Pumpenkunst, **u.m.,l.**) und die ‚Fahrkunst‘ zum Transport der Bergleute bei den Ein- und Ausfahrten (ebenfalls mit Hilfe der Wasserkraft, **m.m.,l.**) dargestellt.

Ebenso existenzbedrohend wie ein Wassereinbruch ist für den Bergmann das Zusammenbrechen bzw. Nichtfunktionieren der Belüftung („Bewetterung“, Skizze, **m.r.**).

Gleichermaßen wichtig ist auch die Beleuchtung unter Tage, denn dort ist es ohne sie stockfinster: „Ein Bergmann ohne Licht ist ein armer Wicht“ (deutsches Sprichwort).

Aus der Gesamtheit der vom Bergmann in der Grube angewandten Leuchtmittel (Geleucht, **o.m.,r.**) ragen die Sicherheitsgrubenlampen besonders hervor, denn sie schützen den Bergmann vor schlagenden Wettern (entzündliches und mit Luft hochexplosibles, Methan-haltiges Grubengas). In der Davy-Lampe verhindert ein feinmaschiges Drahtsieb (Flammsieb) die Entzündung des Gasgemisches (**m.m.,r.**).

In der Mitte des Bildes eine Zeichnung, die uns den klassischen Bergbau unter Tage in einer historisierenden Darstellung nahe bringt (**m.m.**). Die Arbeit des Bergmanns ist schwer und die Freude beim Auffinden einer neuen Erzader groß (**u.r.**). Bergleute genossen wegen der Schwere und Gefährlichkeit der Arbeit diverse Privilegien, darunter auch ein Deputat an Trinkbranntwein (hier: ‚Harzer Grubenlicht, um 1930, **u.m.**).

Die älteste Form der Rohstoffgewinnung durch Bergbau geht auf die Nutzung von Feuersteinlagerstätten in der Steinzeit zurück. Ein dauerhafter Bergwerksbetrieb setzte die Landwirtschaft voraus, da Bergleute ernährt werden müssen, ohne selbst Nahrung produzieren zu können. Dies war erst in der Kupfersteinzeit (Chalkolithikum) gegeben. Irans Kupferbergwerke sind über 6.500 Jahre alt, die von Timna in Ägypten 5.000 Jahre (heute Nationalpark in Israel), die Blütezeit der zyprischen Gruben begann vor 4.000 Jahren.

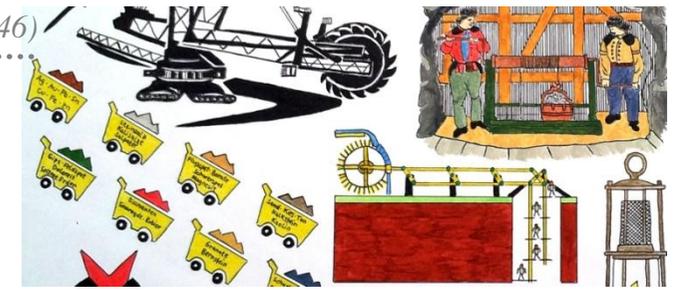
Fortsetzung des Textes zum ‚Bergbau‘-Bild (Seite 46)

Der Bergbau ist ein Teil der Montanindustrie, die sich mit der Aufsuchung und Erschließung (Exploration), der Gewinnung und Aufbereitung von Bodenschätzen aus der oberen Erdkruste unter Nutzung von technischen Anlagen und Hilfsmitteln beschäftigt. Im linken Bildteil rollen uns acht Förderwagen (Hunte) mit den verschiedenen, durch Montanarbeit gewonnenen Erzen entgegen (**m.l.**).

Hunt 1 (m.l.,o.l.): Die Edelmetalle **Gold** (lat.: Aurum, chemisches Symbol: **Au**, Ordnungszahl im PSE: 79)¹⁾ und **Silber** (Argentum, **Ag**, 47) treten meist gediegen auf und können ohne große Aufarbeitung zu Schmuck u.a. verarbeitet werden.

Die Übergangsmetalle **Eisen** (Ferrum, **Fe**, 26), **Zink** (Zinkum, **Zn**, 30) und **Kupfer** (Cuprum, **Cu**, 29) sowie die Hauptgruppenelemente **Zinn** (Stannum, **Sn**, 50) und **Blei** (Plumbum, **Pb**, 82) werden als Halogenide, Sulfate, Carbonate oder Mischverbindungen in den jeweils vorkommenden Erzen bergmännisch abgebaut. Die reinen Metalle werden durch die auf den Bergbau folgende Verhüttung aus den Erzen gewonnen.

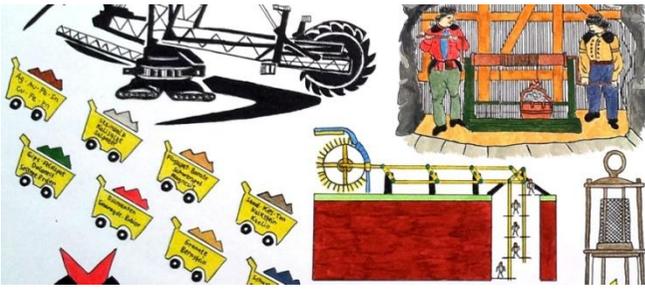
Im sächsischen Erzgebirge erfolgte bereits im 2. Jh. v.Chr. in der Nähe von Schellerhau der erste Zinnabbau zur Bronzeherstellung (Zinnlegierung mit ca. 60% Kupfer). 1168 wurde in der Umgebung des heutigen Freiberg das erste Silbererz entdeckt.



Hunt 2 (m.l.,m.l.): Steinsalz (farblos, fast ausschließlich Natriumchlorid, **NaCl**, Trivialname ‚Halit‘) wird vor allem als Speisesalz verwendet, findet aber auch in der Lebensmittelindustrie sowie in der Medizin Anwendung. Der überwiegende Teil (ca. 85%) wird jedoch industriell eingesetzt. In der Chemieindustrie ist Natriumchlorid wichtiger Ausgangsstoff zur Herstellung von Chlor (PVC) und Natronlauge. Im Winter kommt es als Streusalz zum Abstumpfen glatter Fahrbahnen zum Einsatz.

Kalisalze (hellbraun bis orange-rot durch eingelagerte Eisenoxide/-hydroxide, Gemische aus KCl ‚Sylvin‘, Halit und den Magnesiumsalzen ‚Carnallit‘, ‚Kainit‘ und ‚Kieserit‘) werden hauptsächlich zu Mineraldünger für die Landwirtschaft verarbeitet.

Salpeter ist der Trivialname natürlich vorkommender Nitrate (Ammonsalpeter/**NH₄NO₃**, Barytsalpeter/**Ba(NO₃)₂**, Chilesalpeter/Natronsalpeter/**NaNO₃**, Bengalsalpeter/Kalisalpeter/**KNO₃**, Kalksalpeter/Mauersalpeter/**Ca(NO₃)₂**). Nitrate werden in der Landwirtschaft als Düngemittel eingesetzt. Sie können von pflanzlichen Organismen direkt aufgenommen werden und decken so deren Stickstoffbedarf.



Fortsetzung des Textes zum ‚Bergbau‘-Bild (Seite 46)

Die gesundheitlichen Risiken liegen in der Reduktion des Nitrats zu Nitrit und der dadurch möglichen Bildung von krebserregenden Nitrosaminen.

Hunt 3 (m.l.,m.r.): ‚Spat‘ ist eine alte bergmännische Bezeichnung einer ganzen Gruppe von Mineralien ohne Metallglanz, die meist kristallin auftreten, je nach Beimengung sehr unterschiedliche Farben annehmen können und sich durch eine leichte Spaltbarkeit auszeichnen.

Flussspat (Fluorit, CaF_2 , hat als Leitmineral der Mohsschen Härteskala die Härte 4) bildet häufig gut ausgebildete, würfelförmige und oktaederförmige Kristalle. In der Metallindustrie dient dieser Spat als Flussmittel zur Schlackenbildung im Eisenhüttenprozess (Siemens-Martin-Ofen, Elektrohochofen) und zur Herstellung von künstlichem Kryolith für die Aluminiumgewinnung.

Aus ihm können Fluor, Fluorwasserstoffsäure sowie verschiedene Fluoride, Fluorkohlenwasserstoffe und polymere Fluorverbindungen hergestellt werden (Polytetrafluorethylen, PTFE, Teflon).

In der Glasindustrie dient er als Fluss- und Trübungsmittel (Milchglas, Mattglas, opaleszierende Gläser), für keramische Werkstoffe und als Grundstoff für optische Linsen.

Schwerspat (Baryt, BaSO_4) tritt in tafeligen bis prismatischen Kristallen auf. In der Tiefbohrtech-

nik wird Baryt als Zusatz für Bohrspülungen eingesetzt, weil durch seine große Dichte ein hoher Schweredruck in Flüssigkeiten aufgebaut werden kann. Das Bohrloch wird stabilisiert und zerkleinertes Gestein schneller an die Erdoberfläche transportiert. Baryt findet Anwendung bei der Herstellung von Dämmmatten und der Herstellung weißer Pigmente und fotografischer Papiere.

Bitterspat (Magnesit, MgCO_3) entwickelt rhomboedrische, prismatische Kristalle, ist in Säuren sehr gut löslich und dient aufgrund seiner hohen Temperaturbeständigkeit bis etwa 3.000 °C der Herstellung von feuerfesten Sintermagnesit-Ziegeln für Apparateauskleidungen (Hochöfen, Konverter).

Als **Feldspat** (m.l.,u.l., Hunt 5, Mohshärte um 6) wird eine Gruppe sehr häufig vorkommender Silikatminerale bezeichnet. Es sind die wichtigsten gesteinsbildenden Minerale der Erdkruste. Neben Kaolin und Quarz sind sie Bestandteil bei der Porzellanherstellung. Besonders reiner Feldspat wird für Zahnersatz verwendet (Inlays, Veneers).

Borate (Salze bzw. Ester von Borsäuren, $\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})^2$) bilden eine eigenständige Mineralklasse. Industriell verwendete Borate sind: Boracit (Magnesiumchlorborat), Borax (Natriumtetraborat), Priceit, Pandermit und Colemanit (Calciumborate), Sassolin (Borsäure), Kernit (Natriumtetraborat), Ulexit (Calcium-Natriumborat). Borate werden in Pufferlösungen und Holzschutzmitteln eingesetzt, Perborate in Wasch- und Bleichmitteln.

Nitrate sind effiziente Sauerstoffspender. Kalisal-peter ist deshalb Hauptbestandteil des Schwarz-pulvers (Sprengsalpeter), das ums Jahr 1000 im Kai-serreich China erfunden worden ist. In der Pyro-technik lassen sich farbige Lichteffekte durch den Einsatz von Nitraten anderer Kationen erzeugen (Barium/grün, Strontium/rot).

Wegen der keimhemmenden Wirkung werden Natrium- und Kaliumnitrat als Konservierungs-mittel zum Pökeln von Fleisch- und Wurstwaren verwendet (E 251 und E 252).

In lebenden Organismen haben Nitrate eine blut-gefäßerweiternde Wirkung durch Freisetzung des Stickstoffmonoxids (NO , farb- und geruchloses giftiges Gas). In der Medizin werden Angina-Pectoris so-wie akute Herzschwäche damit behandelt (Nitroglyzerin oder Isosorbidmononitrat).

Die in der Viehwirtschaft zunehmend anfallende, stark Nitrat-haltige Gülle wird ebenfalls zur Dün-gung auf die Felder ausgebracht. Dadurch haben die Nitratgehalte im Grundwasser in den letzten Jahrzehnten deutlich zugenommen. Von der EU

Hunt 4 (m.l.,m.r.) enthält massenhaft auftretende Grundstoffe, die vor allem in der Bau-, Glas- und Porzellanindustrie gebraucht werden, aber inzwischen auch in vielen anderen Industriezweigen unverzichtbar sind.

Sand (Sediment, Mineralkörner einer Korngröße von 0,06-2 mm, Mohshärte 7) ist neben Luft und Wasser die meistgenutzte natürliche Ressource der Erde (von den jährlich in Bergwerken, Tagebauen und Steinbrüchen abgebauten ca. 60 Mrd. Tonnen an Erzen, Salzen, Kohlen, Steinen und Erden haben Sande einen Anteil von bis zu 85 %). Sand dient als Baustoff im Tief-, Verkehrswege- und Erdbau sowie als Zuschlagsstoff für Beton und Mörtel.

Quarzsand (SiO_2 , mit weniger als 0,03 Gew.-% Fe_2O_3 , Korngrößen von 0,1-0,5 mm und Restfeuchte von <5 %) wird in der Glasindustrie zur Herstellung von Flach (Float-) und Hohlglas sowie bei der Herstellung von Keramik eingesetzt.

Sand wird heute nach Wasser als der zweitwichtigste Rohstoff der Welt betrachtet. Obwohl die weltweiten Sandreserven als praktisch unbegrenzt angesehen werden, sind infolge des Bevölkerungs- und Städtewachstum und der damit verbundenen Bautätigkeit die natürlichen Vorkommen in manchen Regionen fast erschöpft. Wüstensand ist für die Bauindustrie nicht brauchbar, da die Sandkörner durch den Wind rund geschliffen sind und sich durch die fehlenden Kanten nicht mehr verhaken können.

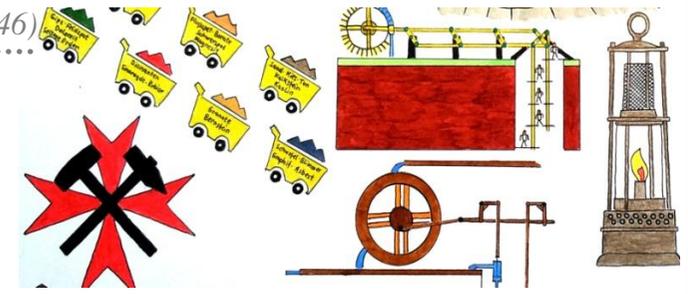
Fortsetzung des Textes zum ‚Bergbau‘-Bild (Seite 46)

Kies (Fein-, Mittel-, Grobkies, Lockersediment, Mineralkörner einer Korngröße von 2-63 mm) findet als Zuschlagstoff in Beton oder als Schüttmaterial im Erdbau Verwendung. Aufgrund seines hohen Porenvolumens und der damit verbundenen hohen Wasserdurchlässigkeit (Permeabilität) eignet sich reiner Kies auch als Filterschicht für Drainagen.

Kalkstein (Sedimentgestein, CaCO_3 , Calcit und Aragonit) hat eine enorme wirtschaftliche Bedeutung als Rohstoff für die Bauindustrie und als Naturwerkstein. Seine Lagerstätten sind auch hervorragende Speichergesteine für Erdöl und Erdgas.

Kaolin (Porzellanerde, weiße Tonerde) ist ein feines, eisenfreies, weißes Gestein, das als Hauptbestandteil Kaolinit enthält (Verwitterungsprodukt des Feldspats). Kaolin wird hauptsächlich zur Herstellung von Papier und Porzellan eingesetzt.

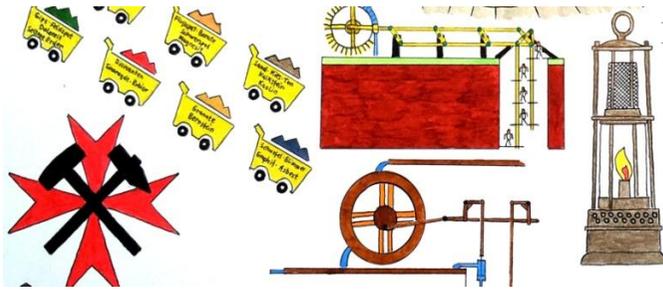
Ton (Schichtsilikate, Mohshärte 1) ist ein natürlich vorkommendes, sehr weiches Material. Ton ist plastisch und reagiert auf mechanische Beanspruchung. Beim Erhitzen wandelt er sich in härtere und festere Minerale um (Keramik). Industriell ist Ton neben der Zementproduktion auch ein wichtiger Rohstoff zur Herstellung von Schamotten für die Innenauskleidung von Öfen. In Tschechien wurden Tonfiguren (Venus von Dolní Věstonice, Tierfiguren) gefunden, die schon 24000 v.Chr. von Mammutjägern angefertigt worden sind.



Hunt 5 (m.l.,u.l.) enthält ähnlich wie Hunt 4 neben **Feldspat** (s.o.) weitere Baumineralien:

Dolomit ($\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$) ist ebenfalls ein Karbonatgestein, das für Bodenbeläge, zum Bau von Naturstein- und Trockenmauern, als Randsteine, als Palisaden, als Steinblöcke, als Gestaltungstein zum Bau von Stützmauern und als Pflastersteine sowie als Zusatzstoff bei der Herstellung von Stahl in Hochöfen eingesetzt wird.

Gips (Gipsspat, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, Mohshärte 2) entwickelt meist tafelige oder prismatische bis nadelige Kristalle. Technisch nutzt man das Vermögen des Gipses, das durch Erhitzen (Brennen) teilweise oder ganz verlorene Kristallwasser beim Anrühren mit Wasser wieder aufzunehmen und dabei abzubinden (beim Erhitzen auf 110 °C entsteht so genannter gebrannter Gips, bei 130-160 °C Stuckgips, bei 290-900 °C Anhydrit). In der Bautechnik wird Gips für die Herstellung von Gipskartonplatten (Trockenbau) sowie als Grundstoff für verschiedene Putze, Spachtelmassen, Trockenestriche und als Füllmittel für Putz-, Mauer- und Stuckarbeiten verwendet.



Fortsetzung des Textes zum ‚Bergbau‘-Bild (Seite 46)

tel der Plasma- und LCD-Bildschirme (8%), Leuchtstofflampen, Radargeräte und Kontrastmittel bei der Magnetresonanztomographie (MRT).

Hunt 6 (m.l.,u.m.) enthält Edelsteine. **Diamant** (kubische Modifikation des Kohlenstoffs) bildet oktaederförmige Kristalle, oft mit gebogenen und streifigen Flächen (ungeschliffen bezeichnet man sie als Rohdiamanten). Diamant ist der härteste natürliche Stoff (Mohshärte 10). Seine Schleifhärte nach ROSIWAL ist 140 Mal größer als die des Korunds (trigonal kristallisiertes Aluminiumoxid, Al_2O_3 , Mohshärte 9). Diamant besitzt eine hohe Lichtbrechung, zeigt Fluoreszenz und Phosphoreszenz und verfügt über die höchste Wärmeleitfähigkeit aller bekannten Minerale. Geschliffen entfaltet es seinen Reiz als Schmuck. Das Gewicht von Diamanten wird traditionell in Karat angegeben (0,2 Gramm).

Smaragd ist eine Variante des kristallisierenden Silikatminerals Beryll ($Al_2Be_3(Si_6O_{18})$, Mohshärte 7,5-8). Die grüne Farbe verleihen ihm Beimengungen von Chrom- und Vanadium-Ionen.

Rubin ist die rote Varietät des Minerals Korund (Chrom).

Edelsteine wurden schon vor vielen tausend Jahren aufgefunden, waren und sind wegen ihrer Schönheit sehr geschätzt und dienen Herrschern rituellen und repräsentativen Zwecken.

Hunt 7 (m.l.,u.m.) enthält mit Edelsteinen vergleichbare Schmucksteine.

Granate sind eine Gruppe gesteinsbildender Minerale (Inselsilikate, Nesosilikate), die meist im kubischen System kristallisieren und Kristalle mit den charakteristischen Formen des Rhombendodekaeders bilden. Granate wurden schon in der Antike als Schmucksteine genutzt. Die Bezeichnung ‚Granat‘ wurde erst im Mittelalter geprägt, sie bezieht sich auf das Vorkommen des Minerals in Körnern und auf die orangerote bis rotviolette Farbe von Blüte, Frucht und Kernen des Granatapfels.

Bernstein (Mohshärte 2-2,5) bezeichnet einen seit Jahrtausenden bekannten und insbesondere im Ostseeraum weit verbreiteten klaren bis undurchsichtigen gelben Schmuckstein aus fossilem Harz, das hin und wieder Einschlüsse von kleinen Tieren oder Pflanzenteilen aufweist, die im Bernstein seit Jahrmillionen perfekt erhalten sind.

Das berühmteste Kunstobjekt aus Bernstein ist das Bernsteinzimmer im Katharinenpalast in Puschkino (bei St. Petersburg/Russland), das nach dem Zweiten Weltkrieg verschollen war und von 1979 bis 2003 durch russische Spezialisten wieder detailgetreu rekonstruiert worden ist.

Insbesondere nach Stürmen kann noch heute jeder Spaziergänger am Ostsestrand Bernstein finden. Beim Braunkohleabbau im Bitterfelder Revier hat man auch dort Bernsteinvorkommen entdeckt.

Als ‚Seltene Erden‘ bezeichnet man die Metalle der 3. Nebengruppe des PSE (mit Ausnahme des Actiniums) und die Lanthanoide (insgesamt 17 Elemente).¹⁾ Die größten Vorkommen befinden sich in China (Innere Mongolei, 2,9 Mio. Tonnen). 2012 wurde in Deutschland eine Lagerstätte nahe Storkwitz (Ortsteil von Delitzsch/Sachsen) in 600 Metern Tiefe mit ca. 20.000 Tonnen Seltenerdmetalloxiden bestätigt (mit Gehalten um 0,45 %).

Obwohl schon Ende des 18. Jh. entdeckt, suchte man in der Studienzeit der beiden Autoren immer noch nach sinnvollen Anwendungen. Einer der Autoren (Dieter) untersuchte in den 1970er Jahren alle Seltenerdmetalloxide auf ihre Wirkung als Oxidations- und Epoxidationskatalysatoren.¹⁴⁾

Heute werden ‚Seltene Erden‘ in vielen Schlüsseltechnologien eingesetzt: Europium (Symbol: **Eu**) für Röhren- und Plasmabildschirme, Neodym (**Nd**) in Legierungen mit Eisen und Bor zur Herstellung von Dauermagneten (Elektromotoren, Generatoren von Windkraftanlagen), Lanthan (**La**) für Legierungen in Akkumulatoren.

Einsatzgebiete der Seltenerdmetalle sind auch Polituren (13%), Spezialgläser (12%), Leuchtmit-

Hunt 8 (m.l.,u.r.):

Fortsetzung des Textes zum ‚Bergbau‘-Bild (Seite 46)

Schwefel (Sulfur, S, 16), kommt in der unbelebten Natur gediegen bzw. als Sulfid oder Sulfat vor. Den größten Teil des elementar gewonnenen oder in Raffinerien erzeugten Schwefels verwendet die chemische Industrie zur Herstellung von Schwefelsäure (H₂SO₄), einer der technisch wichtigsten und meistproduzierten Grundchemikalien.

Glimmer ist ein Schichtsilikat (Mohshärte 2), das wegen des hohen Schmelzpunkts und seiner geringen elektrischen Leitfähigkeit für feuerfeste Gläser Anwendung findet (Sicht-/Schutzfenster/Glasersatz in industriellen Schmelzöfen).

Graphit ist eine der natürlichen Erscheinungsformen des Kohlenstoffs (C, 6) in Reinform und ein sehr häufig vorkommendes Mineral. Es bildet undurchsichtige, graue bis schwarze Kristalle in sechseckiger, tafeliger, schuppiger oder stängeliger Form, die auf den Kristallflächen Metallglanz aufweisen (Mohshärte 1-2).

Asbest ist eine Sammelbezeichnung für verschiedene natürlich vorkommende, faserförmige kristallisierte Silikatminerale und wird ‚Wunderfaser‘ genannt, weil es eine große Festigkeit besitzt, hitze- und säurebeständig ist, hervorragend dämmt und zu Garnen versponnen und verwebt werden kann (Wärmedämmung im Bauwesen und Schiffbau, Autoreifen, Filter etc.). Aufgrund festgestellter Gesundheitsgefahren ist der Einsatz von Asbest heute weltweit in vielen Staaten verboten.

Die zur Energieerzeugung notwendigen fossilen, bergmännisch abgebauten Rohstoffe waren bisher: Steinkohle (Rhombus SKE, Steinkohleeinheit = 7.000 kcal), Braunkohle (Brikett Marke ‚Rekord‘), Erdöl (1 Barrel = 159 Liter), Erdgas (normale Förderung), Schiefergas (Fracking) und Uran (Warnzeichen, alle **u.l.** bis **u.m.**).

Der im Bergbau tätige Vermessungsingenieur wird **Markscheider** genannt. Als Markscheiderzeichen vor Ort dienen Signaturen und Risse: Hangendes und Liegendes (**o.r.,o.**), Seiger-Gesenke und Flach-Gesenke (**o.r.,m.**), Stollort und Mundloch (**o.r.,u.**) sowie Steiget und Fällt (**o.l.**). Im Mittelalter war der Markscheider ein Beamter, der die Markscheide (Grenze des Grubenfeldes) eines Bergwerks zu bestimmen hatte. Heute ist er zudem entsprechend Bundesberggesetz zuständig für die Erfassung, Auswertung und Bereitstellung bergbaubezogener Geoinformationen sowie deren rissliche oder kartografische Darstellung (Logo der Markscheiderzunft, **o.l.**).

Zum Bergbau gehören neben dem Vermessungswesen (Markscheidewesen) auch die Grubenbewirtschaftung (Bewetterung und Wasserhaltung, **m.r.**), soziale Sicherungssysteme (Knappschaftskassen, Versicherungen) und spezielle Ausbildungsstätten (Logo der Technischen Universität Bergakademie Freiberg in Sachsen, **o.m.**).



Die für den Bergbau verantwortliche Behörde ist das Bergamt (‚Bergaufsicht‘, **o.l.**).

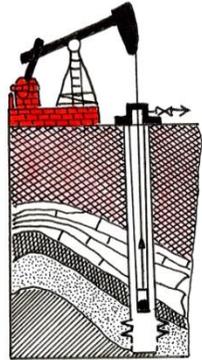
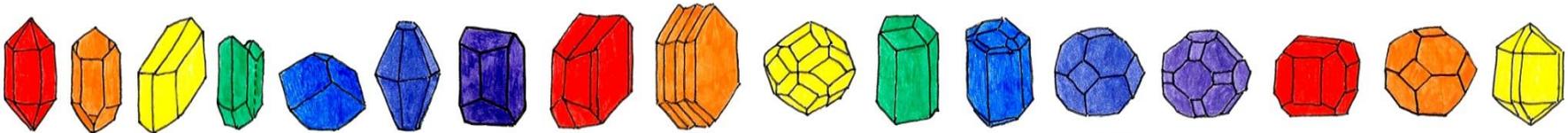
Die in einem Bergwerk oder Revier beschäftigten Bergleute sind organisatorisch in der Knappschaft zusammengeschlossen (Logo, **o.r.**). Bei Grubenunfällen hilft die Grubenwehr (Logo, **u.l.**).

Die Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) bearbeitet die Wiedernutzbarmachung der vom Bergbau in Anspruch genommenen und ausgebeuteten Flächen (**o.r.**).

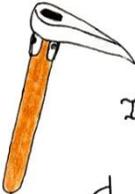
Zur Bergparade und festlichen Anlässen tragen die Bergleute das ‚Bergmannshabit‘ (Festkleidung des Bergmanns, hier nur der Hut, **o.m.,l.**).

Umrandet ist das Bild vom Steigerlied: „*Glück auf! Glück auf! Der Steiger kommt...*“ In den Bergbauregionen unseres Landes hat es teils den Charakter einer Nationalhymne und Menschen erheben sich beim Gesang von den Plätzen. Mit dem Bergmannsgruß „*Glück auf!*“ (**u.l.** und **u.r.**) grüßen heute nicht nur Bergleute.

O
Si
Al
Fe
Ca
Na
K
Mg
H
Ti
Cl
P
C
Mn
S
Ba
Cr
N
F
Zr
Ni



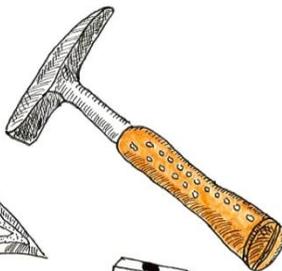
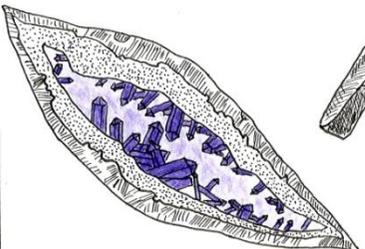
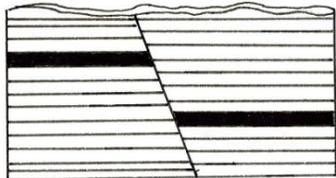
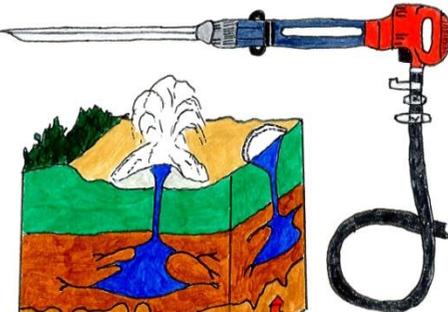
QUARTZ



IGNEOUS



ROCKS



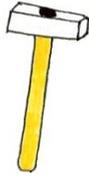
SEDIMENTARY

SEDIMENTARY

Annaberg Geyer Stollberg Lugau

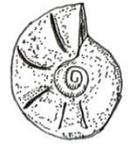
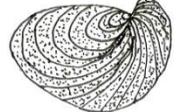
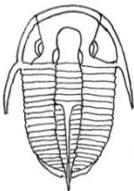
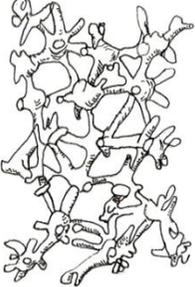


Erzgebirge



Elster-Pleisse
w Braunkohlenformation von Leipzig

SEDIMENTARY



„Geologie“

Ehe man die Bodenschätze heben kann (siehe voranstehendes ‚Bergbau‘-Bild), muss man sie erst einmal aufspüren. Und dazu braucht man die Erkenntnisse und die Unterstützung der Geologie.

Die angewandte Geologie hat uns den Abbau von Bodenschätzen (Erze, Mineralien, Baustoffe, **o.m.**) sowie die Erdöl- und Erdgasförderung (**o.l.**) erst erschlossen (vgl. ‚Bergbau‘-Bild).

Die Geologie ist die Wissenschaft von Aufbau, Zusammensetzung und Struktur der Erdkruste, der Eigenschaften ihrer Gesteine und ihrer Entwicklungsgeschichte sowie der Prozesse, welche die Erdkruste bis heute formen.^{3b)}

Die in der Erdrinde vorkommenden 21 Elemente sind am linken Bildrand angeordnet (in **gelben** Sechsringen) beginnend mit Sauerstoff (**O**, 49,92 Gew.-%) bis Nickel (**Ni**, 0,023 Gew.-%). Allein bis zum Magnesium (**Mg**, 8. von oben) sind schon 97,75 Gew.-% erreicht.

In der Bildmitte ein Geologiehammer (**m.m.**). Über das ganze Bild verteilt die Werkzeuge und Arbeitsgeräte des Geologen (und der Bergleute, das ‚Gezähe‘): die Keilhaue (‚Haue‘, **o.l.**), schräg darunter der Köpfkeil (**m.l.**), unterm Geologenhammer der Schlägel (‚Fäustel‘, **u.m.**), der Bohrhammer (**m.r.**), daneben der Pickel, die Spitzhacke (**o.m.**).

Unter dem Schriftzug ‚Geologie‘ (**o.l.** bis **u.r.**) hat der Zeichner unten rechts beginnend aufsteigend die Erdzeitalter benannt: Präkambrium (>2.100 Mio. Jahre), Kambrium (440), Devon (320), Karbon (265), Perm (210), Trias (185), Jura (155), Kreide (130), Tertiär (60) und Quartär (1 Mio. Jahre).

Verwerfungen (Sprung, Verschiebung, Lagerstörung) sind tektonische Zerreiß- oder Bruchstellen im Gestein (**m.l.,u.**). Beispiele in Mitteldeutschland sind: die paläozoische und archaische Formation des Erzgebirges (**u.l.**, v.l.n.r.: Gneis, Glimmerschiefer, Phyllit, Karbon, Rotliegendes) und die kanäozonische Braunkohleformation Leipzig (**m.u.**, v.u.n.o.: Ober-silur, Unteroligozän, Miozän, Diluvium,r.o., Alluvium,l.o.).

Am unteren Rand des Bildes stehen Fossilien für die Historie der Geologie (**u.l.** bis **u.r.**, v.l.n.r.): Teil eines Kieselskeletts (Unterkambrium), Dreilapperkrebse-Ottarion-diffractum (Silur, 443-419 Mio. Jahre, Devon), Hohltiere: Pantoffelkoralle (Präkambrium), Schnecken: Certhium (Tertiär), Muscheln: Gryphaea (Lias, unterer Jura), Ammonoiden/Ammoniten: Hauericeras (Trias, Jura, Kreide), Graptolithen: Dictyonema und Climacograptus (Mittelkambrium bis Unterkarbon) sowie Didymograptus murchisoni (Oberkambrium-Karbon), Fische: Hemipristis serra (Miozän, 23-5,3 Mio. Jahre, Tertiär), Nautiloideen: Nautilocon (Tertiär), Farne: Pecop-

teridische Form, Pflanzenreste (Präkambrium).

Am oberen Rand des Bildes sind Kristallformen der Mineralogie dargestellt (**o.l.** bis **o.r.**, v.l.n.r.): zwei Quarzkristalle (Siliziumdioxid, **SiO₂**, **rot+orange**), Gipskristalle (Sulfat, **CaSO₄·2H₂O**, **gelb+grün**), drei Kristalle der Tonerde (Aluminiumoxid, **Al₂O₃**, **dunkelblau**), Feldspatkristalle (große Gruppe häufig vorkommender Silikatminerale, **rot+orange**), ein Granat (Nesosilikat, **gelb**, s.a. ‚Bergbau-Bild, unter Hunte 3+5), Kristalle der Hornblende (monokline Calcium-Amphibole, **grün+blau**), zwei Bleiglanzkristalle (‚Galenit‘, Blei-II-Sulfid, **indigoblaue**), Kristallformen Schwefelkies (Pyrit, Eisenkies, Katzen- oder Narrengold, **FeS₂**, **rot+orange**) und ein Kristall Zinnstein (Kassiterit, Zinn-IV-oxid, **SnO₂**, **gelb**). ‚Drusen‘ sind unvollständig mit Kristallansammlungen gefüllte Hohlräume im Gestein (**m.m.,l.**).

Die Geologie erforscht Vulkane und Höhlensysteme (**o.r.**) sowie Erdbeben (**u.r.**). Sie liefert Erkenntnisse zur Vorhersage von bedrohlichen Ereignissen, die Tätigkeit von Geysiren (**m.r.**) und arthesischen Brunnen (**m.l.**, Geysire, im Erdinnern aufgeheizte Wasserreservoirs, zeigen ein eruptives Verhalten, arthesische Brunnen, unter einer wasserundurchlässigen Schicht, gespannt, stoßen ein Grundwasser aus).

Das ‚Geologie‘-Bild im Format 40x30 cm wurde gezeichnet im Dezember 2019 und Januar 2020



GEOGRAPHIE

„Geografie“

Die Bodenschätze dieser Welt (siehe auch beide vorangegangenen Bilder) sind nicht gleichmäßig über den Erdball verteilt. Zur Orientierung und Lokalisierung sind schon Kenntnisse über die Geografie der Erde vonnöten.

Die Geografie (älter: Geographie, Erdkunde) befasst sich mit der Erdoberfläche, mit ihrer physischen Beschaffenheit wie auch als Raum und Ort des menschlichen Lebens und Handelns (Schnittstelle zwischen Naturwissenschaften sowie Geistes- und Sozialwissenschaften). Gegenstand der Geographie ist die Erfassung, Beschreibung und Erklärung der Strukturen, Prozesse und Wechselwirkungen in der Geosphäre.^{3b)}

Wegen des globalen Charakters des Geografie-Gegenstandes dominiert die Erdkugel den Mittelpunkt des Bildes (**m.m.**). Eingezeichnet sind das Magnetfeld der Erde sowie die magnetische Achse vom Nord- (**grün**) zum Südpol (**rot**). Dabei ist der geografische Nordpol der magnetische Südpol (**grünes S**, oben) und umgekehrt (**rotes N**, unten). In gelben Kreisen um die Erdkugel herum angeordnet sind die acht häufigsten Elemente in ihrer massenanteiligen Zusammensetzung: Eisen (chemisches Symbol: **Fe**, Ordnungszahl im PSE: 26, 32,1%), Sauerstoff (**O**, 8, 30,1%), Silizium (**Si**, 14, 15,1%), Magnesium (**Mg**, 12, 13,9%), Schwefel (**S**, 16, 2,9%),

Nickel (**Ni**, 28, 1,8%), Calcium (**Ca**, 20, 1,5%), Aluminium (**Al**, 13, 1,4%).

Die Umrandung des Bildes ist durch die Flaggen von Ländern auf den sechs bewohnten Kontinenten (außer der Antarktis) gestaltet:

Europa (obere Reihe, v.l.n.r.): Frankreich, Schweiz, Italien, Norwegen, Deutschland, Polen, Dänemark, Rumänien, Vereinigtes Königreich („United Kingdom“, UK, Großbritannien), Spanien und Finnland.

Nordamerika (untere Reihe, mit Mittelamerika und der Karibik, v.l.n.r.): Kanada, Vereinigte Staaten von Amerika (USA), Mexiko, Guatemala, Belize, Kuba, Jamaika, Haiti und Dominica.

Südamerika (linke Seite, fünf von oben): Argentinien, Peru, Brasilien, Chile und Venezuela.

Afrika (linke Seite, unten, v.o.n.u.): Ägypten, Südafrika, Mosambik, Uganda, Angola und Tunesien.

Australien/Ozeanien (rechte Seite, fünf von oben): Australien, Tonga, Samoa, Neuseeland und Palau. (dazwischen der Schriftzug „Geographie“)

Asien (rechte Seite, unten, v.o.n.u.): China, Japan, Indien, Nordkorea, Malaysia und Afghanistan.

In der Geografie geht es um die Welt, in der wir leben. Und in diesem Leben erklimmen wir hohe Berge, erkunden Flüsse, baden in schönen Seen und schippern darauf herum, überqueren Meere,

verirren uns in weitläufigen Höhlen und besteigen Vulkane. Wir haben dafür jeweils drei Beispiele ausgewählt:

Die **höchsten Berge** der Erde (**u.l.**): Mount Everest (8.848 m, Asien/Nepal, an der Grenze zu Tibet/China).

Die Erstbesteigung des höchsten Berges der Welt gelang Edmund HILLARY (1919-2008)^{3a)} und Tenzing NORGAY (1914-86) am 29. Mai 1953.

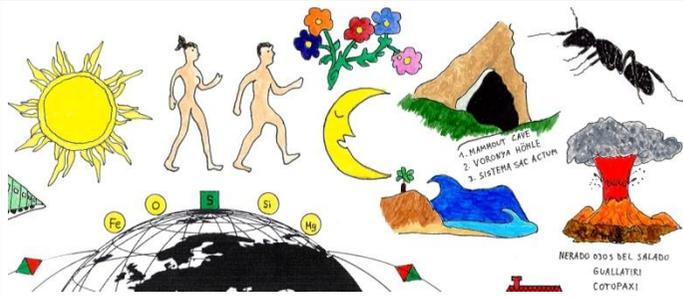
K2 (8.611 m, Asien/Karakorum, auf der Grenze zwischen Pakistan und China).

Kangchenjunga (8.586 m, Asien, auf der Grenze zwischen Nepal und Indien).

Die **längsten Flüsse** der Erde (**m.u.**): Nil (6.650 km, Afrika), entspringt in den Bergen von Ruanda und Burundi, durchfließt Tansania, Uganda, Sudan, Ägypten und mündet ins Mittelmeer (durchquert als einziger Fluss der Erde den subtropischen Trockengürtel und entlang der Sahara die größte Trockenwüste der Erde).

Amazonas (6.400 km, Südamerika), entspringt in den Anden, durchfließt das Amazonasbecken und mündet in den Atlantik, ist mit einer mittleren Wasserführung von 206.000 m³/s der mit Abstand wasserreichste Fluss der Erde (ca. das Siebenfache des Rheins).

Jangtsekiang (6.380 km, Asien/China), entspringt im Hochland von Tibet und mündet ins Ostchinesische Meer (führt durchschnittlich 31.900 m³/s Wasser).



Fortsetzung des Textes zum ‚Geografie‘-Bild (Seite 56)

Die größten Seen der Erde (u.l.):

Kaspisches Meer (386.406 km², Asien, Anlieger: Russland, Kasachstan, Aserbaidzhan, Turkmenistan, Iran, ohne natürliche Verbindung zu Ozeanen, mittlere Tiefe: 184 m, fischreich, unterseeische reiche Erdölvorkommen).

Oberer See (82.103 km², Nordamerika, Grenze zwischen USA und Kanada verläuft hindurch, grenzt im Norden an die kanadische Provinz Ontario und an den US-Bundesstaat Minnesota, im Süden an Wisconsin und Michigan, größte Tiefe: 406 m, sehr gute Wasserqualität, flächenmäßig größter Süßwassersee).

Victoriasee (68.894 km², Afrika, 3.450 km Küstenlinie, davon 1.750 km auf Tansania, 1.150 km auf Uganda und 550 km auf Kenia, mittlere Tiefe: 40 m, max. 80 m, im Norden Abfluss als Victoria-Nil).

Die weitläufigsten Höhlen der Erde (o.r.):

Mammoth Cave (Nordamerika/USA, Nationalpark in Zentral-Kentucky, kartierte größte Ausdehnung: 628 km, Fläche: etwa 21.400 Hektar, Funde indianischer Kultur von vor 6.000 Jahren, Salpeter/, Fledermausguano‘).

Voronya-Höhle (Asien/Georgien, Kalksteinhöhle in Abchasien/westlicher Kaukasus, mit 2.197 m Tiefe nach der im selben Bergmassiv befindlichen Werjowkina die zweitiefste bekannte Höhle der Welt).

Sistema Sac Actum („weiße Höhle“, Mittelamerika/Mexiko/Yucatán-Halbinsel, mit 372 km das längste

58 unterirdische Höhlenflusssystem).

Die höchsten aktiven Vulkane (o.r.):

Nerado Ojos del Salado (6.893 m, Südamerika/Chile/Atakama-Wüste, höchster aktiver Vulkan, großflächige Salzablagerungen als ‚Augen‘, seit 1.300 Jahren keine explosiven Ausbrüche mehr dokumentiert, gilt heute als ruhig, 1993: unbestätigte Berichte über Gas- und Ascheemissionen).

Llullaillaco (6.739 m, Südamerika, an der Grenze zwischen Argentinien und Chile, letztmals 1877 ausgebrochen).

Guallatiri (6.071 m, Südamerika/Chile, einer der aktivsten Vulkane in den Anden, letzter Ausbruch 1960).

Sonne (o.m.l.) und **Mond (o.m.r.)** haben einen großen Einfluss auf den Planeten Erde. Die Sonne strahlt jährlich eine Energiemenge von $11,83 \times 10^{24}$ GW ($2,828 \times 10^{33}$ cal) auf die Erde (zum Vergleich: die im Jahre 2020 auf der Erde vorhandenen 447 Kernkraftwerke produzierten insgesamt 391 GW). Der Mond stabilisiert die Schwankungen der Erdachse und das Klima auf der Erde. Außerdem bewirkt er Ebbe und Flut.

Der Mond gilt als unverfälschter Teil der ursprünglichen Erde, weil von ihr abgespalten. Man erhofft sich deshalb von zukünftigen Mondexpeditionen Aufklärung über den Urzustand der Erde. Ohne die Sonne erlischt alles Leben auf der Erde. Eine menschengemachte Erzeugung der notwendigen, gewaltigen Energiemengen (s.o.) erscheint heute noch unvorstellbar.

Die Erdbewohner, die Menschen selbst (**o.m.**) beeinflussen durch ihr Tätigsein in starkem Maße die weitere Entwicklung ihres Lebensraumes. Die derzeit vordringlichste Aufgabe ist es deshalb, den zu hohen CO₂-Ausstoß und die Abholzung großer Waldgebiete (Amazonasbecken) zu stoppen, damit die Erderwärmung unterhalb von 2°C, möglichst unter 1,5°C, gehalten werden kann. Selbst dabei wird es zum Anstieg des Meeresspiegels und zu Extremwetterlagen kommen (Starkregen, Gewitter, Wolkenbrüche, **u.r.**, Tsunamis, **o.r.**), die das Leben aller Menschen stark beeinflussen werden.

Auch die Tierwelt wird darunter leiden und sich den neuen Bedingungen anpassen müssen. Drei Beispiele seien hier genannt: Hunde (Golden Retriever, **u.m.,r.**), Mäuse (hier in unbeliebter Mission beim Ährenklauf auf den Feldern, **m.l.**) und Ameisen (**o.r.**). Es gibt auf der Erde ca. 10 Billionen Ameisen und ca. 7,7 Mrd. Menschen, womit kurioserweise das Gewicht der viel kleineren Ameisen ein Vielfaches der Menschen ist!

Entsprechend den klimatischen Verhältnissen und geografischen Gegebenheiten sind Wälder (**m.l.**) auf dem Erdball ebenfalls sehr unterschiedlich verteilt. Sie sind nicht nur sehr bedeutsam für die örtliche, lokale Wettersituation sondern sie erlangen zunehmend eine größere Bedeutung für das globale Klima, für die weltweit wirksamen Luft-,

Wasser- und Stoffkreisläufe. So beeinträchtigt die Erwärmung der Weltmeere ganz entscheidend den ‚Jetstream‘ (Starkwindbänder im Bereich der oberen Troposphäre bis zur Stratosphäre, vgl. ‚Luft‘-Bild, Seite 17), der die Bewegungen von Hoch- und Tiefdruckgebieten lenkt. Bei Verlangsamung kann es (wie gerade kürzlich im Sommer 2021 in der Eifel erlebt), zu örtlichen Starkregen und in dessen Folge zu verheerenden Überschwemmungen kommen. Andererseits spielen ausgedehnte Wälder durch ihre Fotosynthese (CO₂ und Wasser unter Lichteinwirkung zu O₂, vgl. S. 22) eine bedeutende Rolle bei der Verminderung der CO₂-Last in der Erdatmosphäre.

Große Waldgebiete (**m.l.**) gibt es im Amazonasbecken (Südamerika), im Kongobecken (Afrika) und in der Taiga (Asien). Die Weltgemeinschaft (UNO) muss Wege und Mittel finden, die großflächigen Abholzungen, insbesondere im brasilianischen Urwald, zu stoppen und gleichzeitig eine weltweite Aufforstungskampagne zu starten. Es geht dabei nicht nur um das Erreichen der 2015 in Paris vereinbarten Klimaziele sondern auch um die Erhaltung der biologischen Vielfalt (Holz, Früchte, Arzneipflanzen, Insekten, Tierarten, Diversität des Lebens auf der Erde).

Die klimatischen Verhältnisse und die geografischen Gegebenheiten bestimmen in entscheidendem Maße auch Existenz und Erfolge der für die

Ernährung der Weltbevölkerung so wichtigen Landwirtschaft (Beispiele: Weizen, Mais, **m.l.**, Blumen, **o.m.**, s.a. ‚Landwirtschafts‘-Bild).

Die geografische Verteilung der Rohstoffe übt einen ganz wesentlichen Einfluss aus auf die Ansiedlung und Entwicklung von Industrie (Fabrik, **u.l.**). In Deutschland können dafür als allgemein bekannte Beispiele genannt werden: die Stahlindustrie in Ruhrgebiet und Saarland (Stein- und Braunkohle, Eisenerz) sowie die Chemieindustrie in Mitteldeutschland (Steinsalz und Braunkohle).²¹⁾

Die Errichtung von Städten und Dörfern (Haus und Kirche, **m.r.**) hängt sowohl von den geografischen Gegebenheiten wie auch von der Ansiedlung von Handwerk und Industrie, der verkehrstechnischen Erschließung (LKW, Eisenbahn, Schiff, Flugzeug, **o.l.**) aber auch vom vorhandenen Arbeitskräftepotential ab.

Einerseits kann man feststellen, dass sich Menschen dort ansiedeln, wo Handwerk, Industrie, Eisenbahnverbindungen, Flughäfen und Handelseinrichtungen jeglicher Art vorhanden sind oder entstehen (Einkaufswagen, Geld: Euro, Yen, Pfund, Dollar, Rand **m.r.** bis **u.r.**). Andererseits werden aber auch Industriebauten und -komplexe nur dort gebaut, wo genügend Arbeitskräfte zur Verfügung stehen. Für die chemische Industrie galt im ver-



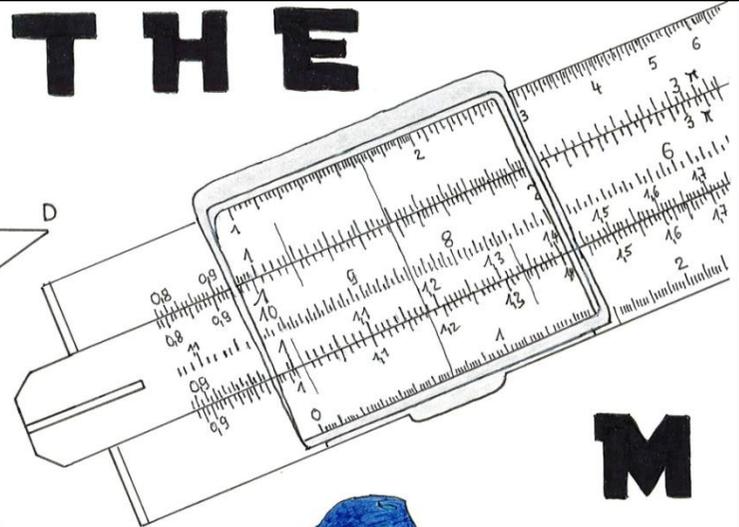
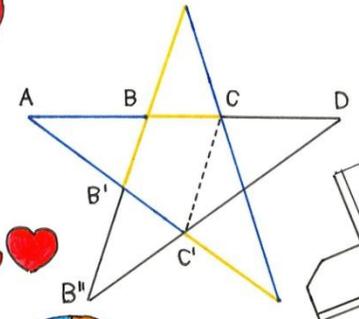
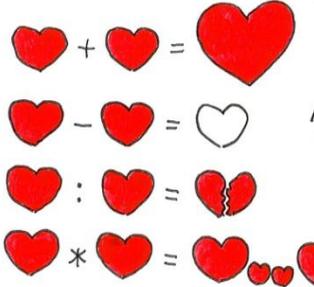
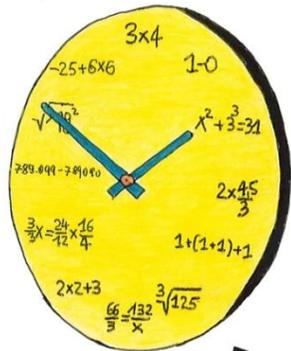
gangenen Jahrhundert für Ansiedlungen, dass Wasser, Rohstoffe und Arbeitskräfte zur Verfügung stehen müssen.²¹⁾ In der heutigen Zeit spielt der Marktzugang eine ebenso große, wenn nicht eine größere Rolle, bei Standort- oder Investitionsentscheidungen großer Firmen und Konzerne.

In der Antike skizzierte der Naturphilosoph ANAXIMANDER von Milet (um 550 v.Chr.) erstmals eine Karte der Erde und der Meere. HERODOT von Halikarnassos (484–424 v.Chr.) verfasste eine Vielzahl geographischer Berichte. Der Astronom Claudius PTOLEMÄUS (ca. 100 bis 170) sammelte topografisches Wissen von Seefahrern und gab Anleitungen für das Zeichnen von Landkarten.

Nach jahrhundertelanger Entwicklung versteht sich seit Ende der 1960er Jahre die Geografie zunehmend als angewandte Wissenschaft zu Themen wie Städtebau, Entwicklung des ländlichen Raumes, Raumplanung und Umweltschutz.

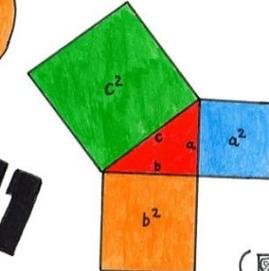
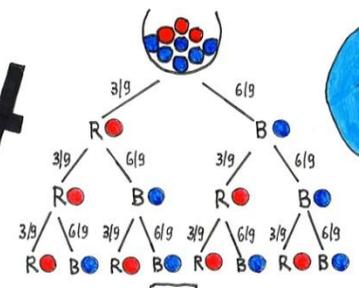
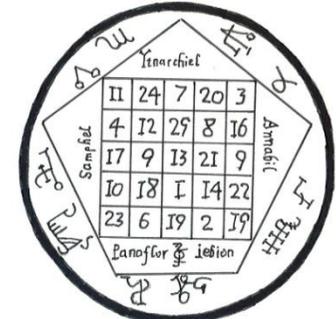
MATHE

3 14 15 9 26 5 33 8 9 7 9 3 2 3
 8 4 6 2 6 4 3 3 8 3 2 7 9 5 0 2 8 8 4 1 9 7 1
 6 9 3 9 9 3 7 5 4 0 5 8 2 0 9 7 4 9 4 4 5 9 2
 30 7 816 40 6
 28 6 20
 89 9 8 6
 28 0 3 4
 8 2 5 3 4
 2 1 1 1 0 6 7
 9 8 2 1 4 8 0
 8 6 5 1 3 2 8 2 3
 6 6 4 1 0 9 3 8 4 4 6 0 9 5 5 0
 5 8 2 2 3 1 7 2 5 3 5 9 4 0
 8 1 2 8 4 8 1

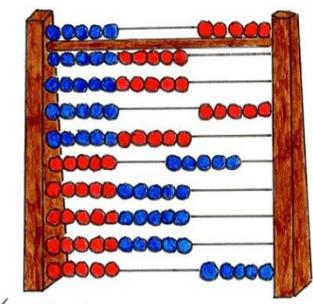


5

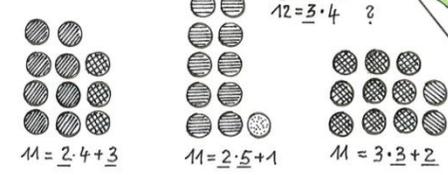
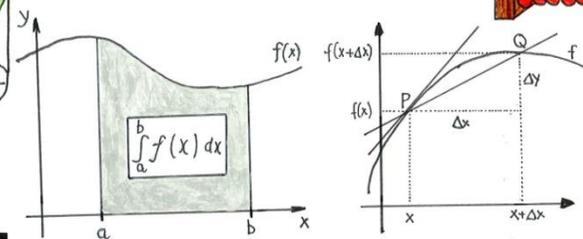
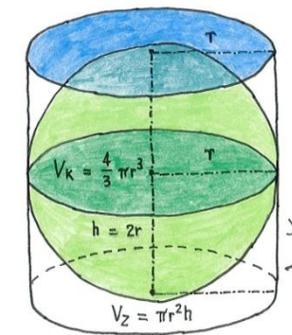
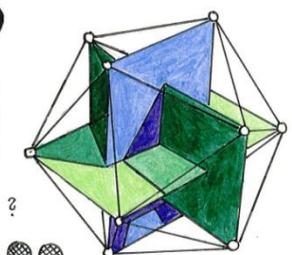
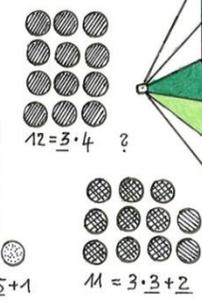
4



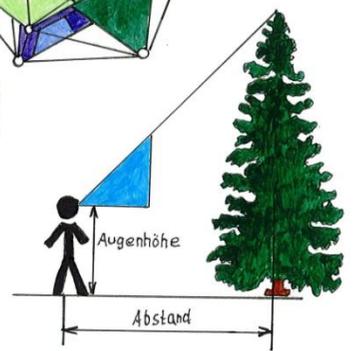
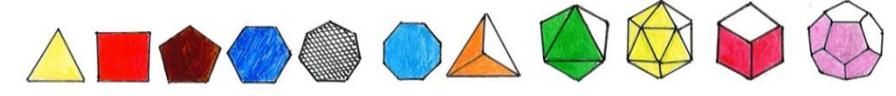
$(\text{circle} + \text{circle} + \text{circle} + \text{circle}) = \text{circle} = \frac{n(n+1)}{2}$



13



2-3-5-7-11-13-17-19-23-29-31-37-41-47-53



M
A
T
H
I
K

„Mathematik“

Wer die bisherigen Bilder interessiert studiert und die dazugehörigen Bildbeschreibungen aufmerksam gelesen hat, wird für sich reflektieren, dass wir bei keinem der Bilder ohne Zahlen und ohne Rechnen ausgekommen sind.

Rechnen, Schreiben und Lesen sind die Grundkenntnisse und -kompetenzen, die jeder vom ersten Tage seiner Einschulung zu erlernen hat und im Laufe seines gesamten Lebens für sich selbst immer weiter festigen, erweitern und erneut auffrischen muss. „*Man lernt, solange man lebt*“ gab uns schon Lucius Annäus SENECA (4 v.Chr.-65)^{3a)} mit auf den Weg. Und auch der britische Pianist, Dirigent und Komponist Benjamin BRITTEN (1913-76) erkannte und gab uns zu bedenken: „*Lernen ist wie Rudern gegen den Strom. Sobald man aufhört, treibt man zurück.*“

Die Mathematik ist eine Formalwissenschaft (keine Naturwissenschaft), die aus der Untersuchung von geometrischen Figuren und dem Rechnen mit Zahlen entstand. Heute wird sie üblicherweise als eine Wissenschaft beschrieben, die durch logische Definitionen selbstgeschaffene abstrakte Strukturen mittels der Logik auf ihre Eigenschaften und Muster untersucht.^{3b)}

Beginnen wir mit den Grundrechenarten, mit der **Arithmetik**. Unser Zeichner Jürgen bringt uns

diese zum Zählen und Rechnen gehörigen Operationen mit roten Herzen nahe: Addition (in Kindheitstagen, in der 1. Klasse sprachen wir von Zusammenzählen), Subtraktion (Abziehen), Division (Teilen) und Multiplikation (Malnehmen, **o.m.**, v.o.n.u.).

Bei der Uhr daneben wird es schon komplizierter. Die Ziffern 1 bis 12 werden hier durch verschiedene Rechenoperationen dargestellt (**o.l.**):

Ziffer 1: $1-0=1$, Ziffer 2: $x^2+3^3=31$, $x=2$,

Ziffer 3: $2:4,5/3=3$, Ziffer 4: $1+(1+1)+1=4$,

Ziffer 5: $\sqrt[3]{125}=5$, Ziffer 6: $66/3=132/x$, $x=6$,

Ziffer 7: $2x2+3=7$,

Ziffer 8: $3/3x=24/12:16/4=8$,

Ziffer 9: $789.099-789.090=9$, Ziffer 10: $2\sqrt{10^2}=10$,

Ziffer 11: $-25+(6x6)=11$, Ziffer 12: $3x4=12$ (o.l.).

Für das Teilgebiet **Geometrie** steht hier ein Pentagramm (Fünfstern, Drudenstern), bei dem die erzeugten Sehnen (beim Verbinden der fünf Eckpunkte) gleichlang sind und die drei farbig eingezeichneten Streckenpaare im Verhältnis des ‚Goldenen Schnittes‘ stehen (Teilungsverhältnis einer Strecke, bei dem das Verhältnis des Ganzen $a+b$ zu seinem größeren Teil a mit dem des größeren zum kleineren Teil a/b gleich ist, $\Phi=a+b/a=a/b=1,6180339887$, **o.m.,r.**).

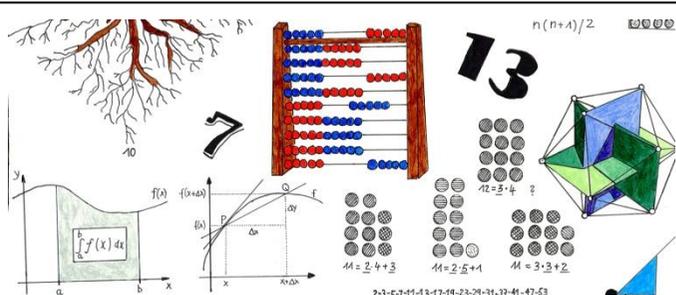
Darunter im Kreis der ‚Goldene Winkel‘. Er wird erhalten, wenn der Vollwinkel des Kreises im ‚Goldenen Schnitt‘ (s.o.) geteilt wird. Dies führt zu einem überstumpfen Winkel $2\pi/\varphi\sim 3,88\sim 222,5^\circ$

(blaues Segment). Seine Ergänzung zum Vollwinkel $2\pi-2\pi/\varphi\sim 2,40\sim 137,5^\circ$ (orange Segment) wird als ‚Goldener Winkel‘ bezeichnet (**m.m.,o.**).

An der oberen Kante des Bildes in schwarzen Lettern der Schriftzug ‚Mathe‘, wie Schüler ihren Mathematikunterricht gewöhnlich nennen. Der zweite Teilschriftzug ‚Matik‘ zielt die rechte Bildseite. Ebenfalls in schwarzen Schriftzeichen quer durch das Bild die eigentlichen Werkzeuge der Mathematik: die Zahlen (hier als Beispiele: 5, 4, 11, 7 und 13, **o.l.** bis **u.r.**)

Am unteren Rand des Bildes die Zeichen der Geometrie: Dreieck, Viereck, Fünfeck, Sechseck, Siebeneck, Achteck, Tetraeder, Oktaeder, Icosaeder (Zwanzigflächner, Polyeder, einer der PLATONschen Körper), Würfel und Dodekaeder (**u.m.**, v.l.n.r.).

Der Icosaeder hat 20 kongruente gleichseitige Dreiecke als Seitenflächen, 30 gleich lange Kanten und 12 Ecken, in denen jeweils fünf Seitenflächen zusammentreffen. Unter den Kanten des Icosaeders kann man drei Paare gegenüberliegender Kanten so auswählen, dass sie zueinander paarweise orthogonale Rechtecke aufspannen. Die Längen der Seiten dieser Rechtecke entsprechen dem ‚Goldenen Schnitt‘, weil sie Seiten bzw. Diagonalen regelmäßiger Fünfecke sind (**m.r.,u.**).



Fortsetzung des Textes zum ‚Mathematik‘-Bild (Seite 60)

Einen Zusammenhang von Arithmetik und Geometrie liefern ‚Magische Quadrate‘, wie sie schon Albrecht DÜRER (1471-1528) 1514 in seinem Blatt ‚Melencoli I‘ gezeichnet hat. Die einfachsten haben neun Felder mit der Quersumme 15, die größten bis zu 81 Felder. Hier im Bild ein Quadrat mit 25 Feldern, in dem alle waagerechten Zeilen, senkrechten Spalten und die beiden Diagonalen jeweils die Quersumme von 65 ergeben (die 5 in der 15, unten rechts, ist merkwürdig dargestellt worden, **m.l.**).

Vergleichbar mit Kreuzworträtseln machen sich heutzutage viele Menschen als Freizeitbeschäftigung ans Lösen von ‚Sudoku‘ (japanisch), einer Gattung von Logikrätseln, die aus diesen lateinischen Quadraten entstanden sind. In der üblichen Version ist es das Ziel, ein 9x9-Gitter mit den Ziffern 1 bis 9 so zu füllen, dass jede Ziffer in jeder Einheit (Spalte, Zeile, Block=3x3-Unterquadrat) genau einmal vorkommt. Ausgangspunkt ist jeweils ein Gitter, in dem bereits mehrere Ziffern vorgegeben sind.

Die schön ausgebildete Baumwurzel in der Mitte des Bildes (**m.r.**) weist uns auf das ‚Wurzelziehen‘ (Radizieren) hin. Radizieren ist die Umkehrung des Potenzierens. Die Bestimmung der Unbekannten x in der Potenz $a=x^n$ erfolgt durch das Ziehen der Wurzel $x=\sqrt[n]{a}$.

Gegenstand der mathematischen Disziplin **Analysis** ist die Infinitesimalrechnung mit Integral- und Differentialrechnung (**u.m.**). Durch Integration ermittelt man den Flächeninhalt unterhalb einer beliebigen Funktion (**u.m.,l.**), durch Differentiation, wie stark sich die Ausgabewerte nach sehr kleinen Veränderungen der Eingabewerte ändern (die geometrische Entsprechung ist die Tangentensteigung, **u.m.,r.**).

Primzahlen sind natürliche Zahlen, die nur durch sich selbst und durch 1 teilbar sind (alle Primzahlen außer 2 sind ungerade Zahlen). Im Bild sind die ersten 15 Primzahlen von **1** bis **53** angegeben (**u.m.,l.**). Primzahlen lassen sich nicht als Produkt zweier natürlicher Zahlen, die beide >1 sind, darstellen. Demgegenüber lassen sich natürliche Zahlen, die >1 und selbst keine Primzahlen sind, als Produkt von mindestens zwei Primzahlen schreiben. Die Zahl 12 ist keine Primzahl ($3 \times 4 = 12$), die Zahl 11 schon ($2 \times 4 + 3$ oder $2 \times 5 + 1$ oder $3 \times 3 + 2 = 11$, **u.m.,l.**).

Eine ganz besondere mathematische Konstante ist die Zahl π (Kreiszahl, Archimedes-Konstante, Ludolphsche Zahl, **o.l.**), die als Verhältnis des Umfangs eines Kreises zu seinem Durchmesser definiert ist. Dieses Verhältnis ist unabhängig von der Größe des Kreises. Sie wird bei der Berechnung des Kreisumfangs, der Oberfläche von Kugeln, Zylindern und Kegeln benötigt. Sie tritt nicht nur in der Geometrie auf, sondern hat auch in anderen mathematischen Teilgebieten und Theorien eine große Bedeutung.

π ist eine transzendente und somit auch irrationale Zahl. Sie hat einen Wert von 3,14 mit unendlich vielen Nachkommastellen (im Bild sind 154 Stellen ausgewiesen, 1707 konnte man die Zahl π auf 100 Stellen genau berechnen, 1972 schon auf eine Million, 1898 auf eine Milliarde und 2020 auf 31,4 Billionen). Bei praktischen Berechnungen werden vielfach nur die ersten drei Stellen verwendet ($\pi \approx 3,14$).

Die **Stochastik** ist die Mathematik des Zufalls und fasst als Oberbegriff die Gebiete Wahrscheinlichkeitstheorie und mathematische Statistik zusammen. Die Wahrscheinlichkeitstheorie ist ein Teilgebiet der Mathematik, das aus der Formalisierung, der Modellierung und der Untersuchung von Zufallsgeschehen hervorgegangen ist (**m.m., o.l.**).

Entlang der Seiten in der linken unteren Ecke hat der Zeichner die Bilder einiger berühmter Mathematiker angeordnet (o.l. bis u.m., v.o.n.u.):

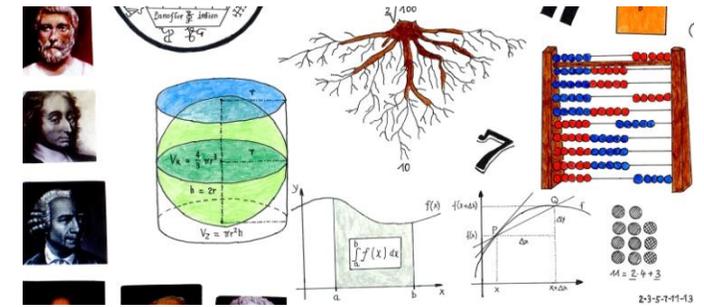
Isaac **NEWTON** (1643-1727), englischer Naturforscher und Verwaltungsbeamter, Verfasser der ‚Philosophiae Naturalis Principia Mathematica‘, mit der er den Grundstein für die klassische Mechanik legte (Gravitationsgesetz, universelle Gravitation, Bewegungsgesetze), erbrachte Leistungen auf dem Gebiet der Optik (Teilchentheorie des Lichtes und die Erklärung des Lichtspektrums) und entwickelte fast gleichzeitig mit Gottfried Wilhelm **LEIBNIZ** die Infinitesimalrechnung. Aufgrund seiner Leistungen auf den Gebieten der Physik und Mathematik gilt er als einer der bedeutendsten Wissenschaftler aller Zeiten. Die ‚Principia Mathematica‘ wird von der Wissenschaftswelt als eines der wichtigsten wissenschaftlichen Werke eingestuft.

Johannes **KEPLER** (1571-1630), deutscher Astronom, Physiker, Mathematiker und Naturphilosoph, entdeckte die Gesetzmäßigkeiten, nach denen sich Planeten um die Sonne bewegen (Keplersche Gesetze) und machte die Optik zum Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen (bestätigte die Entdeckungen, die sein Zeitgenosse Galileo **GALILEI** mit dem Teleskop gemacht hatte). **KEPLER** zählt zu den Begründern der modernen Naturwissenschaften. Er trug mit der Einführung in das

Rechnen mit Logarithmen zur Verbreitung dieser Rechenart bei.

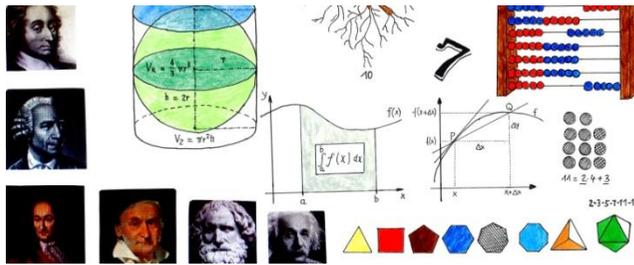
PYTHAGORAS von Samos (um 570 bis nach 510 v.Chr.), antiker griechischer Philosoph und Mathematiker. Ihm verdanken wir den nach ihm benannten mathematischen Lehrsatz, den jeder in der Schule gelernt hat, dass in einem rechtwinkligen Dreieck das Quadrat der Hypothense der Summe der Quadrate der beiden anderen Seiten entspricht (Satz des **PYTHAGORAS**: $a^2+b^2=c^2$, m.r.,o.).

Blaise **PASCAL** (1623-1662), französischer Mathematiker, Physiker, Literat und christlicher Philosoph, erfand 1642 eine der ersten mechanischen Rechenmaschinen, publizierte 1654 verschiedene Abhandlungen über das Dreieck und die Binomialkoeffizienten (‚Traité du triangle arithmétique‘), berechnete 1658 die Fläche unter der Zykloide sowie das Volumen des Rotationskörpers, der bei Drehung der Zykloide um die x-Achse entsteht. 1659 erschien seine Abhandlung über den Sinus des Viertelkreises. Als Gottfried Wilhelm **LEIBNIZ** (s.u.) 1673 diese Arbeit las, empfing er durch sie die entscheidende Anregung zur Entwicklung der Differential- und Integralrechnung. **LEIBNIZ** sagte dazu, er ‚*habe darin ein Licht gesehen, das der Autor nicht bemerkt hat*‘.



Leonhard **EULER** (1707-83), Schweizer Mathematiker, Physiker, Astronom, Geograph, Logiker und Ingenieur, machte wichtige und weitreichende Entdeckungen in vielen Zweigen der Mathematik (Infinitesimalrechnung, Graphentheorie, analytische Zahlentheorie) und prägte große Teile der bis heute gebräuchlichen mathematischen Terminologie (Einführung der mathematischen Funktion in die Analysis). Zudem ist er für seine Arbeiten in der Mechanik, Strömungsdynamik, Optik, Topologie, Astronomie und Musiktheorie bekannt.

Gottfried Wilhelm **LEIBNIZ** (1646-1716), deutscher Philosoph, Mathematiker, Jurist, Historiker und politischer Berater, gilt als der universale Geist seiner Zeit, einer der bedeutendsten Philosophen des 17./18. Jh. und ein wichtiger Vordenker der Aufklärung. Am 21. Juni 1646 in Leipzig geboren, in der Leipziger Nikolaikirche getauft, dort auch eingeschult, immatrikulierte er sich 1661 an der Leipziger Universität, wechselte später an die Universität Jena. Schon mit 19 Jahren, veröffentlichte er ein Buch über die Kunst der Kombinatorik.



LEIBNIZ ist einer der letzten Universalgelehrten. Durch seine Entdeckungen in den Naturwissenschaften und seine philosophischen und historischen Schriften übte er einen starken Einfluss auf die Aufklärung, die klassische deutsche Philosophie, den deutschen Idealismus und die Literatur der Weimarer Klassik aus. Bedeutung erlangten seine Forschungsergebnisse zur Beschreibung des Dualsystems und der Entwicklung der Dezimalklassifikation. Er erfand die Staffelwalze für eine mechanische Rechenmaschine und entwickelte eine Endloskette zur Erzförderung im Bergbau. Seine Handschrift war auch zu sehen in Plänen für ein Unterseeboot, der Verbesserung der Technik von Türschlössern, einem Gerät zur Bestimmung der Windgeschwindigkeit. Er riet Ärzten zur regelmäßigen Fiebertmessung und gründete eine Witwen- und Waisenkasse.

LEIBNIZ' geniale Fähigkeiten kommen in der Äußerung zum Ausdruck: „*Mir kommen morgens manchmal so viele Gedanken während der Stunde, die ich noch im Bett liege, dass ich den ganzen Vormittag und bisweilen den ganzen Tag brauche, um sie klar zu Papier zu bringen.*“

Fortsetzung des Textes zum ‚Mathematik‘-Bild (Seite 60)

Carl Friedrich **GAUß** (1777-1855), deutscher Mathematiker, Statistiker, Astronom, Geodät und Physiker. Mit neun Jahren löste er in kürzester Zeit die Aufgabe, die Zahlen von 1 bis 100 zu addieren ($n(n+1)/2=5050$, der ‚kleine Gauß‘, **m.r.**). Mit 18 Jahren schuf er die Grundlagen der modernen Ausgleichsrechnung und der mathematischen Statistik. Bereits zu seinen Lebzeiten galt er wegen seiner überragenden wissenschaftlichen Leistungen als ‚Princeps mathematicorum‘. Auf ihn gehen die nichteuklidische Geometrie, zahlreiche mathematische Funktionen, Integralsätze, die Normalverteilung, erste Lösungen für elliptische Integrale und die ‚GAUßsche Krümmung‘ zurück.

ARCHIMEDES von Syrakus (um 287 bis 212 v.Chr.), griechischer Mathematiker, Physiker und Ingenieur, gilt als einer der bedeutendsten Mathematiker der Antike. Seine Werke waren auch noch im 16./17. Jahrhundert bei der Entwicklung der höheren Analysis von Bedeutung. Ihm verdanken wir auch die Kenntnis über den exakten Zusammenhang zwischen Volumen und Oberfläche von Kugel und Kreiszyylinder (Oberfläche Kreiszyylinder : Oberfläche Kugel = Volumen Kreiszyylinder : Volumen Kugel=3:2, **u.l.**). ARCHIMEDES war von diesem Phänomen so fasziniert, dass er Kugel und Zylinder auf seinem Grabstein verewigen ließ.

Albert **EINSTEIN** (1879-1955), deutscher Physiker mit Schweizer und US-amerikanischer Staatsbürgerschaft, gilt als einer der bedeutendsten theoretischen Physiker der Wissenschaftsgeschichte und weltweit als bekanntester Wissenschaftler der Neuzeit. Seine Forschungen zur Struktur von Materie, Raum und Zeit sowie zum Wesen der Gravitation veränderten maßgeblich das zuvor geltende NEWTONsche Weltbild.

LEIBNIZ (s.o.) wird bei der Vorstellung der von ihm entwickelten Staffelwalzen-Rechenmaschine 1673 in London zitiert: „*Es ist unwürdig, die Zeit von hervorragenden Leuten mit knechtischen Rechenarbeiten zu verschwenden, weil bei Einsatz einer Maschine auch der Einfältigste die Ergebnisse sicher hinschreiben kann.*“

Eines der ältesten bekannten Rechenhilfsmittel ist der **Abakus** (**m.r.,u.**). Er tauchte erstmals zwischen 2700 und 2300 v.Chr. auf und ist vermutlich sumerischen Ursprungs. Ein Abakus ist ein einfaches mechanisches Rechenhilfsmittel, das Kugeln enthält, meist sind es Holz- oder Glasperlen. Beim vergleichbaren Rechenbrett (Zähl- oder Rechenrahmen) kommen auch Münzen (Rechenpfennige) oder Rechensteine (Calculi) zum Einsatz.

Die erste urkundliche Erwähnung einer Rechenmaschine erfolgte 1623 durch Wilhelm

SCHICKARD (1592-1635). Sie habe aus einem Addier- und Subtrahierwerk sowie einer Vorrichtung zum Multiplizieren und Dividieren nach Art der NAPIERSchen Rechenstäbchen bestanden (s.u.). 1645 führte der Franzose PASCAL (s.o.) seine, mit Zahnrädern und Sperrklinken funktionierende Rechenmaschine ‚Pascaline‘ erstmals vor.

Der Rechenschieber (Rechenstab, **o.r.**) ist ein einfaches, mechanisches und analoges Rechenhilfsmittel mit logarithmisch geteilten Skalen, wodurch man recht einfach die Grundrechenarten, vorzugsweise Multiplikation und Division, aber auch komplexere Rechenoperationen, wie das Quadrieren und Quadratwurzelziehen, ausführen kann.

Die Historie des Rechenschiebers geht auf indische Quellen aus dem 2. Jh. v.Chr. zurück. Es waren der Schweizer Uhrmacher Jost BÜRGI (1558-1632) und der schottische Mathematiker John NAPIER (1550-1617), die das erste bekannte System zur Logarithmenberechnung unabhängig voneinander entwickelten.

Wir beiden Autoren erinnern uns noch sehr gut daran, dass der Rechenschieber während unserer Schul- und Studienzeit unser bestes und einziges Rechenhilfsmittel war.

Heutzutage sieht das ganz anders aus. Keiner

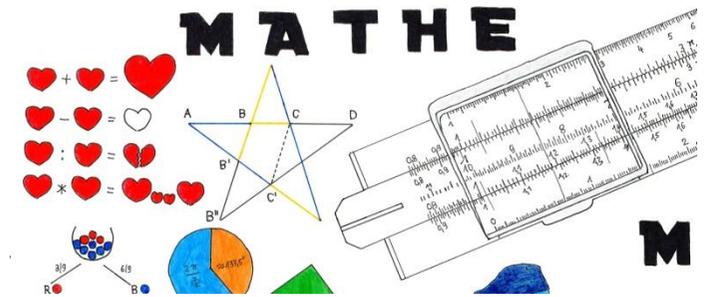
kann und will schon lange nicht mehr auf elektronische Rechenhilfen (Kalkulatoren) verzichten. Jedes Handy kann das heute. Das Kopfrechnen ist nicht nur aus der Mode gekommen, viele beherrschen es in der Regel auch nicht mehr oder zumindest nicht mehr so gut wie unsere Vorfahren.

Moderne Rechner (Computer, Elektronengehirne, elektronische Datenverarbeitungsmaschinen) sind Geräte, die mittels programmierbarer Rechenvorschriften riesige Datenmengen verarbeiten können und so zur Revolution ganzer Industriezweige sowie zur Vereinfachung des Lebens geführt haben.

Heute werden fast ausschließlich Digitalrechner eingesetzt. Dabei werden zwei grundsätzliche Bestandteile unterschieden: Hardware (elektronische, physisch anfassbare Teile des Computers) und Software (Programmierung des Computers).

In den heutigen Computern sind das Rechenwerk (arithmetisch-logische Einheit) und die Steuereinheit meistens zu einem Baustein verschmolzen, der sogenannten ‚Central Processing Unit‘ (CPU, zentraler Prozessor). Die Software ist eine definierte, funktionale Anordnung der Bausteine Berechnung, Vergleich und ‚bedingter Sprung‘.

Der Mathematik verdanken wir nicht nur die Fähigkeiten unseres alltäglichen Rechnens bis hin zur Berechnung komplexer Zusammenhänge für



wissenschaftliche und wirtschaftliche Aufgabenstellungen in Studium und Beruf, die Mathematik hat durch ihre jeweilige Anwendung auch fast alle anderen Lehr- und Wissensgebiete erst zur Wissenschaft gemacht.

So erhielt z.B. die Chemie im 18./19. Jh. entscheidende Impulse durch die Einführung der Waage. Die Ergebnisse von Experimenten konnten nunmehr gewogen und gemessen werden. An Hand der Messergebnisse war es dann möglich, Berechnungen von Atomgewichten, Molzahlen, Einsatzgrößen und Umsätzen durchzuführen.

Zum Schluss sehen wir uns in der unteren rechten Ecke noch eine einfache, aber sehr nützliche Anwendungsmöglichkeit der Mathematik an, diesmal für die Forstwirtschaft. Mit dem ‚Förderdreieck‘ lässt sich einfach und schnell die Höhe von Bäumen ermitteln. Man kann den Strahlensatz nutzen, um im rechtwinkligen, gleichschenkligen Dreieck die Höhe des Baumes ganz leicht aus der Entfernung zum Baum plus Augenhöhe zu ermitteln (**u.r.**).

„Physik“

Ohne Mathematik keine Physik, beide gehören eng zusammen. Wie wir im ‚Mathematik‘-Bild gesehen haben, waren viele bedeutende Mathematiker auch gleichzeitig Physiker (und umgekehrt). Und die Ausbildung von Mathematiklehrern ist an vielen Instituten bis heute immer noch an die Ausbildung zum Physiklehrer geknüpft.

Im ‚Physik‘-Bild stechen an beiden Randseiten die farbigen Großbuchstaben P H Y S I K hervor. In den ersten fünf Buchstaben werden die Namen von 94 berühmten Physikern genannt (Details s.u., Seiten 70-73).

Zwischen den Großbuchstaben auf der linken Seite stehen die Begriffe ‚Physikum‘ (das bei Medizinstudenten so sehr gefürchtete naturwissenschaftliche Zwischenexamen, **o.l.**), ‚Physikus‘ (die frühere Bezeichnung für einen Stadt- oder Kreisarzt, **m.l.**) und ‚Physiksalz‘ (ein Trivialname für die chemische Verbindung Zinn-II-chlorid, SnCl_2 , das u.a. als Beizmittel beim Färben eingesetzt wird, **u.l.**).

In der Mitte des Bildes sind nach klassischer Einteilung sechs große Teilgebiete der Physik dargestellt: Mechanik, Optik, Magnetismus, Elektrizität, Wärmelehre und Akustik (von **o.l.** rotierend nach **u.l.**). Im Buchstaben K werden weitere 18, nach anderen Gesichtspunkten untergliederte Teilgebiete der Physik benannt (**u.r.**).

MECHANIK (altgriechisch: Wirkungsweise, Maschine) ist die Lehre von der Bewegung und Verformung von Körpern und den dabei wirkenden Kräften. Die ‚klassische Mechanik‘ wurde im 17. Jh. durch die Arbeiten von Isaac NEWTON^{3a)} begründet und war damit die erste Naturwissenschaft im modernen Sinne. Die später entwickelte Relativitätstheorie und Quantenmechanik enthalten die klassische Mechanik als Spezialfall.^{3b)}

Die **Schwerkraft** (Gravitation) ist eine der vier Grundkräfte der Physik, die sich in der gegenseitigen Anziehung von Massen äußert, mit zunehmender Entfernung abnimmt, eine unbegrenzte Reichweite besitzt und sich nicht abschirmen lässt (im Gegensatz zu elektrischen oder magnetischen Kräften). Auf der Erde bewirkt die Gravitation, dass alle Körper nach unten (Richtung Erdmittelpunkt) fallen. Als Isaac NEWTON im Sommer 1665 während der ‚Großen Pest‘ zu Hause in Woolsthorpe Manor weilte, soll er bei der Betrachtung des Falls eines Apfels vom Baum zu seinen Überlegungen über die Gravitation angeregt worden sein (**o.m.,l.**).

Der Schwerpunkt eines Körpers entscheidet über dessen Standfestigkeit. Je niedriger und zentraler er liegt, um so standfester ist der Körper und um so besser hält es ihn im Gleichgewicht (**o.m.,l.**)

Die grauen Kugeln auf unterschiedlichen Flächen (Ebene, Delle, Berg) symbolisieren indifferentes, stabiles und labiles Gleichgewicht (**m.m.,l.**).

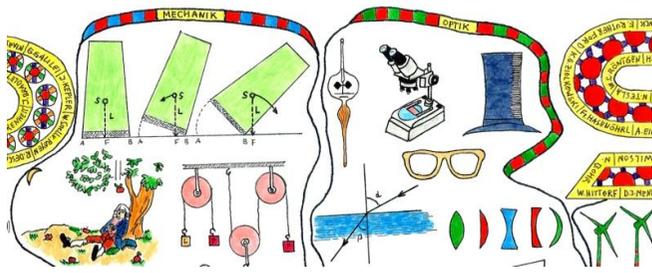
Kommunizierende Röhren sind oben offene, aber unten miteinander verbundene Gefäße. Eine homogene Flüssigkeit steht in ihnen gleich hoch, weil Schwerkraft und Luftdruck je Röhre konstant sind (**m.l.**).

Die **Rolle** (Umlenkrolle, Seilscheibe) ist ein Kraftwandler, über dessen reibungsarm auf einer Achse gelagertem Rad (bzw. Scheibe) ein Stahlseil oder eine Kette geführt wird ($P=L$). Eine Kombination von fester und loser Rolle führt zu einer Halbierung der notwendigen Kraft zum Anheben eines Werkstücks (Flaschenzug, $P=L/2$, **o.m.**).

Eine gegen die Horizontale geneigte **schiefe Ebene** wird in der Mechanik ebenfalls dazu verwendet, den Kraftaufwand zur Höhenveränderung einer Masse zu verringern (Arbeitsaufwand bleibt unverändert, da sich die Wegstrecke entsprechend verlängert, ähnlich wie bei Hebel und Flaschenzug, **m.m.**).

Die Hangabtriebskraft D berechnet sich nach der Formel $D=G \cdot \cos \alpha = G \cdot b/l$ (G ist die Gewichtskraft, α der Winkel der schiefen Ebene, b die Länge der Grundebene, l die der schiefen Ebene selbst).

Schiefe Ebene, Hebel und Keil standen auch Pate bei der **Schraube**, einem zylindrischen, leicht konischen Körper, in dessen Oberfläche ein



Fortsetzung des Textes zum ‚Physik‘-Bild (Seite 66)

Gewinde eingeschnitten ist. Entwicklung und Nutzung der Schraube sind bereits seit der Antike bekannt (m.m.).

Das **Pendel** (Perpendikel, Schwere- oder Fadenpendel) ist außerhalb seines Massemittelpunktes drehbar gelagert, so dass es um seine eigene Ruheposition schwingen kann. Seine Schwingungsdauer hängt nur von der Länge des Fadens ab (Länge zwischen Aufhängung und Schwerpunkt, nicht aber von Art, Gestalt oder Masse des Pendelkörpers, m.m.,l.).

Die **OPTIK** ist die Lehre vom Licht (unter Licht wird der sichtbare Teil des elektromagnetischen Spektrums im Bereich 380-780 nm verstanden, in der Physik umfasst sie darüberhinaus in der Regel auch das Infrarot- und ultraviolette Licht).

Eine **Brille** (Augenglas) kennt fast jeder (o.m.,r.). Die passt uns der ‚Optiker‘ an. Die in einem heute meist modischen Brillengestell befindlichen Brillengläser bestehen aus unterschiedlich dimensionierten Linsen, die Fehlsichtigkeiten korrigieren sollen. Außerdem schützen Brillen vor äußeren Einwirkungen. Chemiker, Schweißer, Ärzte und viele andere Berufsgruppen tragen bei ihrer Tätigkeit dem jeweiligen Berufszweig angepasste

Arbeitsschutzbrillen. Dadurch sind arbeitsbedingte Augenverletzungen gegenüber den Anfängen in den jeweiligen Berufszweigen deutlich zurückgegangen.

Komplizierter ist da schon ein **Mikroskop** (eine Kombination verschiedener Linsen, Objektive und Okulare an den Enden einer Röhre, o.m.,r.). In einem klassischen Lichtmikroskop ist nach dem in Jena tätigen Ernst ABBE (1840-1905) die physikalisch maximal mögliche Auflösung abhängig von der Wellenlänge des verwendeten Lichts bestenfalls auf etwa 0,2 Mikrometer (μm) beschränkt (ABBE-Limit). Eine höhere Auflösung ermöglichen Elektronen- und Rasterelektronenmikroskope.

Beim Übergang von Luft zu Glas werden Lichtstrahlen gebrochen. Der Brechungsindex η im Brechungsgesetz von SNELLIUS (1580-1626, $\eta_{\text{Luft}} \cdot \sin\alpha = \eta_{\text{Glas}} \cdot \sin\beta$) ist eine optische Materialeigenschaft (Verhältnis der Wellenlänge des Lichts im Vakuum zu der im jeweiligen Material, m.m.).

Als **Linse** bezeichnet man in der Optik transparente Scheiben, deren Oberflächen kugelig bzw. sphärisch gekrümmt sind. Eine konvexe Oberfläche sammelt das Licht (Sammellinse), eine konkave zerstreut (Zerstreuungslinse). Sie können bikonvex, plankonvex, bikonkav, plankonkav oder konkavkonvex sein (m.m.,r., v.l.n.r.).

Am ebenen **Spiegel** wird das Licht 1:1 reflektiert,

behält nach dem Reflexionsgesetz seine Parallelität und erzeugt ein identisches Abbild, das dann auch auf Film gebannt werden kann (m.m.).

Die **Lochkamera** („camera obscura“) erzeugt durch das Licht, das durch die kleine Öffnung in den Raum fällt, auf der Gegenseite zum Gegenstand ein auf dem Kopf stehendes, seitenverkehrtes Bild (m.m.).

Ein **Hologramm** (Speicherbild) ist eine mit holografischen Techniken hergestellte fotografische Aufnahme, die bei Beleuchtung ein echtes dreidimensionales Abbild des Ursprungsgegenstandes wiedergibt (m.m.,r.).

Ein **Prisma** zerlegt einen Lichtstrahl in ein Farbspektrum von Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo bis Violett (m.m.,r.). Treffen in der Natur Sonnenstrahlen auf Regentropfen, so kann man sich am Phänomen eines Regenbogens erfreuen.

Ein optisches Kuriosum stellt die **Lichtmühle** dar (Lichttrad, Sonnenmühle, o.m.). Treffen Sonnenstrahlen auf die geschwärzten Blättchen des leicht drehbar gelagerten, vierarmigen Flügelrades, so wird es in dem auf 5 MPa evakuierten Glasgefäß in Drehbewegungen versetzt.^{3b)}

Noch verwirrender sind optische Täuschungen, bei denen das Sehsystem falsche Annahmen über die Natur des Sehreizes trifft, die sich nur unter Zuhilfenahme weiterer Sinne und Fakten auflösen lässt (im Originalbild ein Hut von 3,1 cm Höhe und gleichgroßer Breite der Hutkrempe, o.m.,r.).

MAGNETISMUS ist eine Kraftwirkung zwischen Magneten, magnetisierbaren Gegenständen und bewegten elektrischen Ladungen. Dabei entstehen Magnetfelder, die von diesen Objekten erzeugt werden, aber ebenso auf sie einwirken können. Die einfachste Demonstration, die Jeder im Physikunterricht schon einmal erlebt hat, ist ein Gegenstände anziehender Hufeisenmagnet (im Bild mit Anker und Last, **m.r.,m.**).

Ein anderes, vor allem Wanderern bekanntes Alltagsgerät ist der **Kompass**, dessen magnetisierte Nadel dem Magnetfeld der Erde folgend in der Regel nach Norden zeigt (**m.r.,u.**).

Außerordentlich starke Magnete aus den Materialien Neodym, Eisen und Bor werden für den Bau von **Windrädern** gebraucht, die in großen Mengen erneuerbare Energie liefern sollen (**m.r.,o.**).

ELEKTRIZITÄT ist der physikalische Oberbegriff für alle Phänomene, die ihre Ursache in ruhender oder bewegter elektrischer Ladung haben (Magnetismus, Blitze, Strom aus der Steckdose). Die Erzeugung von elektrischem Strom spielte schon im ‚Energie‘-Bild eine Rolle (Seiten 40-45). In diesem Bild finden wir für die Elektrotechnik schematische Darstellungen eines Elektromotors (universell einsetzbares Antriebsorgan, das in weiten Bereichen die Dampfmaschine ablöste, **u.r.,o.**), eines Transformators (Baelement zur Umwandlung der Eingangs- in eine Ausgangsspannung, **u.r.,u.**) und einer Katho-

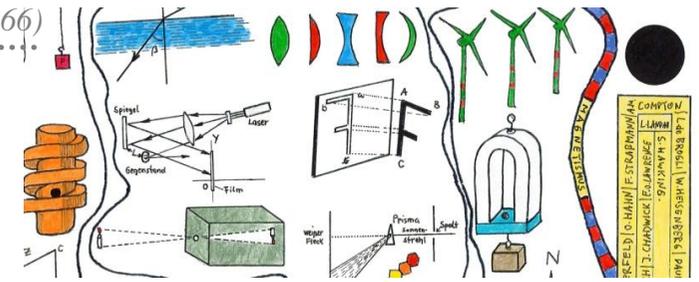
Fortsetzung des Textes zum ‚Physik‘-Bild (Seite 66)

 denstrahl- bzw. Elektronenröhre (‚BRAUNsche Röhre‘), die gebündelte Elektronenstrahlen erzeugt, was Leuchtstoff- und Röntgenröhren, Elektronenmikroskope und die ersten Fernsehgeräte erst möglich machte (**u.r.,m.**).

Die **WÄRMELEHRE** (Thermodynamik) geht der Frage nach, wie man Wärme in mechanische Arbeit umwandeln kann. Sie hat ihren Ursprung in der Betrachtung der Dampfmaschine (schematische Darstellung Kolbendampfmaschine, **u.m.**). Zur Erzeugung von **Wärme** werden benötigt: brennbare Stoffe (vgl. Bilder ‚Energie‘ und ‚Bergbau‘) und Sauerstoff (**u.m.,r.**).

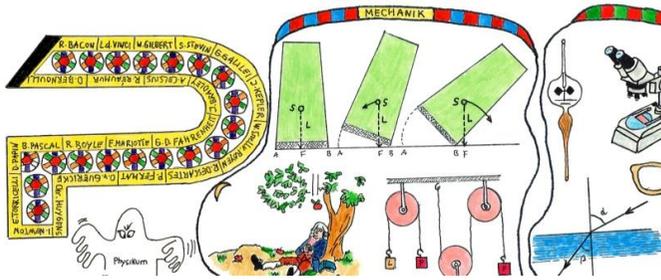
Die **Temperatur** ist eine intensive Zustandsgröße (d.h. sie behält ihren Wert auch, wenn man den Körper teilt) und ist von großer Bedeutung für die makroskopische Beschreibung physikalischer und chemischer Zustände in Wissenschaft, Technik und Umwelt.

Die heute im Internationalen Einheitensystem (SI, frz.: ‚système international d’unités‘) weltweit gültige und vor allem in Wissenschaft und Technik verbindliche Einheit ist Grad Kelvin (Symbol: K, **u.m.,l.**). Der britische Physiker William THOMSON, später Lord KELVIN (1827-1907) entwickelte diese Temperaturskala vom absoluten Nullpunkt aus (-273,15°C). In den meisten europäischen Ländern wird heute die Celsius-Skala benutzt, die durch den Schmelzpunkt des Wassereises (0°C)



und dem Siedepunkt des Wassers (100°C) definiert ist. Der deutsche Physiker Daniel FAHRENHEIT (1686-1736) verwendete als Nullpunkt seiner Temperaturskala die Temperatur, die mit einer Kältemischung aus Wasser, Eis und Ammoniumchlorid zu erreichen war (0°F=-17,8°C). Die FAHRENHEIT-Skala war in den USA weit verbreitet. Das (auf der Ausdehnung von Alkohol basierende) Thermometer von René-Antoine RÉAUMUR (1683-1757) wurde nach 1730 in Frankreich und Deutschland eingeführt, ist heute veraltet und wird kaum noch genutzt (**u.m.,l.**).

AKUSTIK ist die Lehre vom Schall und seiner Ausdehnung. Stimmgabel und Noten (**u.m.,l.**) schaffen eine Verbindung zum eingangs gezeigten ‚Musik‘-Bild, ebenso wie sich zwischen Musik und Mathematik Beziehungen ergeben haben. Das Notenbild zeigt das Transponieren von C- in D-Dur. Der Lautsprecher steht für die Schallübertragung (**u.m.**). Enden wir mit einem Donner Schlag: Bei Überschallgeschwindigkeit tritt eine Kopfwelle (Stoßwelle) auf, die von Beobachtern als Knall wahrgenommen wird (**m.m.**).



In den ersten fünf Großbuchstaben des Bildtitels P H Y S I K werden 94 berühmte **Physiker** [Ph.] genannt und mit ihren Leistungen gewürdigt.^{3a)}

im **P** (o.l., o.l. beginnend): Roger BACON (1214-1294, **englischer** [engl.] Naturphilosoph, einer der ersten Verfechter empirischer Methoden). Leonardo da VINCI (1452-1519, **italienischer** [ital.] Maler, Bildhauer, Architekt, Anatom, Mechaniker, **Ingenieur** [Ing.] und Naturphilosoph, gilt als einer der berühmtesten Universalgelehrten aller Zeiten). Ludwig Wilhelm GILBERT (1769-1824, **deutscher** [dtsh.] Ph., Herausgeber der ‚Annalen der Physik‘). Simon STEVIN (1548/49-1620, flämischer **Mathematiker** [Ma.], Ph. und Ing., schlug ein dezimales Maßsystem vor). Galileo GALILEI (1564-1631, ital. Universalgelehrter: Philosoph, Ph., Ma., Ing., Astronom und Kosmologe, entwickelte die Methode, die Natur durch die Kombination von Experimenten, Messungen und mathematischen Analysen zu erforschen, einer der wichtigsten Begründer der neuzeitlichen exakten Naturwissenschaften). Johannes KEPLER (1571^{jul}-1630^{greg}, dtsh. Astronom, Ph., Ma. und Naturphilosoph, entdeckte die Gesetzmäßigkeiten, nach denen sich Planeten um die Sonne bewegen, ‚KEPLERsche Gesetze‘). Willebrord SNELL van ROYEN (1580-1626, **niederländischer** [ndl.] Astronom und Ma., ‚SNELLIUSsches Brechungsgesetz‘ der Optik). René DESCARTES (1596-1650, (1596-1650, frz. Phi-

Fortsetzung des Textes zum ‚Physik‘-Bild (Seite 66)

losoph, Ma. und Naturwissenschaftler, Begründer des modernen frühneuzeitlichen Rationalismus). Pierre de FERMAT (1607-65, frz. Ma. und Jurist, Entdeckungen in der Zahlentheorie, ‚Arithmetika‘). Otto von GUERICKE (1602-86, dtsh. Politiker, Jurist, Ph. und Erfinder, Experimente zum Luftdruck, ‚Magdeburger Halbkugeln‘). Christiaan HUYGENS (1629-65, ndl. Astronom, Ma. und Ph., begründete die Infinitesimalrechnung, gilt als einer der führenden Mathematiker und Physiker des 17. Jh., Begründer der Wellentheorie des Lichts). Isaac NEWTON (1643-1727, engl. Naturforscher, Theologe und Philosoph, beschrieb das Gravitationsgesetz und formulierte die Bewegungsgesetze, legte damit den Grundstein für die klassische Mechanik). Evangelista TORRICELLI (1608-47, ital. Ph. und Ma., entwickelte das Quecksilberbarometer). Denis PAPIN (1647-1713, frz. Ph. und Ma., Pionierarbeiten zur Entwicklung von Dampfmaschine, Schnellkochtopf, Kreiselpumpe und U-Boot). Blaise PASCAL (1623-62, frz. Ma. und Ph., berechnete das Volumen eines Rotationskörpers). Robert BOYLE (1627-92, irländischer, in England wirkender Naturforscher, entdeckte den Zusammenhang von Druck und Volumen eines Gases, ‚PASCALsches Gesetz‘). Edme MARIOTTE (1620-84, frz. Ph., bewies das BOYLEsches Gesetz, konstruierte den Versuchsaufbau, ‚MARIOTTEsche Röhre‘). Daniel Gabriel FAHRENHEIT (1686-1736, dtsh. Ph. und Erfinder von Messinstrumenten, Temperatureinheit Grad Fahrenheit). Daniel Joseph BRADLEY (1928-2010, irischer Ph., Pionier der Laserforschung). Anders CELSIUS (1701-44, **schwedischer** [swed.] Astronom, Ma. und Ph., Temperaturskala nach Grad Celsius).

René Antoine F. de RÉAUMUR (1683-1757, frz. Natur- und Materialforscher, Alkoholthermometer, definierte Temperaturskala nach Grad Réaumur). Daniel BERNOULLI (1700-82, Schweizer Ma. und Ph., erarbeitete zusammen mit Leonhard EULER die nach ihm benannte Gleichung mit Bedeutung für Hydraulik und Aerodynamik).

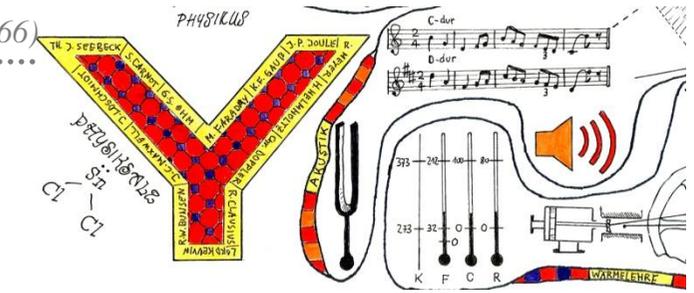
im **H** (m.l., o.l. beginnend): Michail Wassiljewitsch LOMONOSSOW (1711-65, **russischer** [russ.] Naturwissenschaftler und Universalgelehrter, Begründer der russischen Wissenschaft, postulierte 1748 das Prinzip der Massenerhaltung bei chemischen Prozessen). Ewald Georg (Jürgen) von KLEIST (1700-48, preußischer Jurist und Naturwissenschaftler, erfand 1745 den ersten elektrischen Kondensator, ‚KLEISTsche Flasche‘, auch bekannt als ‚Leidener Flasche‘, kurz nach ihm erfunden von Pieter van MUSSCHENBROEK, 1692-1761). Joseph BLACK (1728-99, schottischer Ph. und **Chemiker** [Ch.], Entdecker der Wärmekapazität und der ‚latenten‘, spezifischen Wärme). Carl Wilhelm SCHEELE (1742-86, dtsh.-swed. Apotheker und Ch., isolierte mehrere Elemente des PSE, besonders bekannt als Entdecker des Sauerstoffs). Charles Augustin de COLOMB (1736-1806, frz. Ph., begründete die Elektro- und Magnetostatik). Luigi Aloisio GALVANI (1737-98, ital. Arzt, Anatom und Biophysiker, Grundlagen für die Entwicklung elektrochemischer Zellen, ‚Galvanische Zellen‘). Alessandro VOLTA (1745-1827, ital. Ph., Erfinder der elektrischen Batterien und Begründer der Elektrizitätslehre). Benjamin THOMPSON, Graf von RUMFORD (1753-1814, **britischer** [brit.] Experimentalphysiker und Waffentechniker, Anteil an der Weiterentwicklung der Wärmelehre).

Henry CAVENDISH (1731-1810, brit. Naturwissenschaftler, entdeckte das Element Wasserstoff und bestimmte als Erster die mittlere Dichte der Erde). John Frederick William HERSCHEL (1792-1871, brit. Astronom, erste Sternenkataloge). Thomas YOUNG (1773-1829, brit. Universalgelehrter, Interferenz, Doppelspaltexperiment, führte 1807 den Begriff ‚Energie‘ ein). Joseph Louis GAY-LUSSAC (1778-1850, frz. Ch. und Ph., entdeckte die gleichmäßige Wärmeausdehnung von Gasen, ‚Gay-Lussac-Gesetz‘).

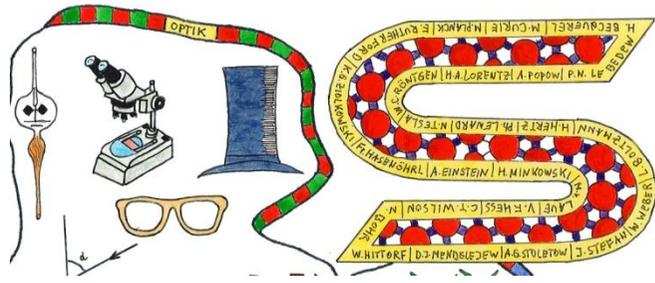
in **Y** (**u.l.**, o.l. beginnend): Thomas Johann SEEBECK (1770-1831, dtsh. Ph., 1823 thermoelektrische Spannungsreihe). Nicolas Léonard Sadi CARNOT (1796-1832, frz. Ph. und Ing., theoretische Betrachtung der Dampfmaschine, Begründer der Thermodynamik, ‚CARNOT-Prozess‘). Georg Simon OHM (1789-1854, dtsh. Ph., Theorie und Anwendung des elektrischen Stromes, ‚OHMsches Gesetz‘). Michael FARADAY (1791-1867, engl. Naturforscher und Experimentalphysiker, Entdecker der elektromagnetischen Induktion und des Diamagnetismus). Carl Friedrich GAUß (1777-1855, dtsh. Ma. und Ph., Statistiker, Astronom und Geodät, galt schon zu Lebzeiten wegen seiner überragenden wissenschaftlichen Leistungen als ‚Fürst der Mathematik‘). James Prescott JOULE (1818-89, brit. Brauer und Autodidakt, der als Physiker zu höchsten Ehren kam, Maschinenbau, Wirkungsgrad von Elektromotoren, elektromagnetische Experimente, Wärmeäquivalent, ‚JOULEsches Gesetz‘, ‚JOULE-THOMPSON-Effekt‘). Robert MAYER (1814-78, dtsh. Mediziner, formulierte als Erster den für die Wissenschaft bedeutenden ‚1. Hauptsatz der Thermodynamik‘).

Fortsetzung des Textes zum ‚Physik‘-Bild (Seite 66)

Hermann von HELMHOLTZ (1821-94, dtsh. Universalgelehrter, Physiologe und Ph., Beiträge zur Optik, Akustik, Elektro-, Hydro- und Thermodynamik.). Christian DOPPLER (1803-53, österreichischer [öster.] Ma. und Ph., experimenteller Nachweis des nach ihm benannten, akustischen ‚DOPPLER-Effekts‘). Rudolf CLAUSIUS (1822-88, dtsh. Ph., einer der ersten theoretischen Physiker in der Mitte des 19. Jh., entdeckte und formulierte den ‚2. Hauptsatz der Thermodynamik‘, schuf den Begriff ‚Entropie‘ und stellte den ‚Virial-Satz‘ auf zur Beziehung zwischen kinetischer und potenzieller Energie). William THOMSON, später Lord KELVIN (1824-1907, brit. Ph., Elektrizitätslehre, Thermodynamik, Entwicklung von Messinstrumenten, führte im Alter von 24 Jahren die heute international verbindliche, thermodynamisch begründete Temperaturskala ein, ‚Grad KELVIN‘). Robert Wilhelm BUNSEN (1811-99, dtsh. Ch., entwickelte zusammen mit Robert KIRCHHOFF, 1824-87, die Spektralanalyse, perfektionierte den nach ihm benannten ‚Bunsenbrenner‘, erfand das ‚Bunsen-Fotometer‘ und das ‚Bunsenelement‘). James Clerk MAXWELL (1831-79, schottischer Ph., entwickelte die kinetische Gastheorie, begründete die statistische Mechanik, sagte 1864 die Existenz elektromagnetischer Wellen voraus, die Heinrich HERTZ 1886 erzeugte und nachwies, ‚MAXWELL-Gleichungen‘), Johann Josef LOSCHMIDT (1821-95, böhmisch-öster. Ph. und Ch., Elektro- und Thermodynamik, Optik, Gaskinetik, ‚LOSCHMIDT-Konstante‘). Pierre-Simon, Marquis de LAPLACE (1749-1827, frz. Ma., Ph. und Astronom, Himmelsmechanik und Wahrscheinlichkeitstheorie). Étienne Louis MALUS (1775-1812, frz. Ph. und Ing.,



Lichtbrechung, Reflexion und Refraktion). Amadeo AVOGADRO (1776-1856, ital. Ph. und Ch., stellte die Hypothese auf, dass gleiche Volumina verschiedener idealer Gase bei Gleichheit von Temperatur und Druck die gleiche Anzahl von Teilchen/Molekülen enthalten, ‚AVOGADROsches Gesetz‘, ‚AVOGADRO-Konstante‘). Joseph FRAUNHOFER (1787-1826, dtsh. Optiker und Ph., ‚FRAUNHOFER-Objektiv‘, stand für die Verbindung von exakter wissenschaftlicher Arbeit und deren praktischer Anwendung für neue innovative Produkte, die heutige Fraunhofer-Gesellschaft ist nach ihm benannt). Augustin Jean FRESNEL (1788-1827, frz. Ph. und Ing., begründete die Wellentheorie des Lichts). Pierre Louis DULONG (1785-1838, frz. Mediziner, Ph. und Ch., Verknüpfung von spezifischer Wärmekapazität mit der Molmasse, ‚DULONG-PETIT-Regel‘). Hans Christian OERSTED (1777-1851, dänischer Ph., Ch., und Naturphilosoph, entdeckte 1820 die magnetische Wirkung des elektrischen Stromes, gilt als Mitbegründer der Elektrizitätslehre und Elektrotechnik). Andre Marie AMPÈRE (1775-1836, frz. Ph. und Ma., herausragender Experimentator und Theoretiker der frühen Elektrodynamik, nach ihm ist die internationale Einheit der Stromstärke ‚Ampere‘ benannt).



Fortsetzung des Textes zum ‚Physik‘-Bild (Seite 66)

im **S** (o.r., u.l. beginnend): Johann Wilhelm HITTORF (1824-1914, dtsh. Ph. und Ch., Beweglichkeit von Ionen bei der Elektrolyse, ‚HITTORFsche Überführungszahlen‘, elektrische Leitungsphänomene, ‚HITTORF-Röhre‘). Dmitri Iwanowitsch MENDELEJEV (1834-1907, russ. Ch., erarbeitete unabhängig von Lothar MEYER, 1830-95, das Periodensystem der Elemente). Alexander Grigorjewitsch STOLETOW (1839-96, russ. Ph., entwickelte die Photozelle). Josef STEFAN (1835-93, öster. Ph. und Ma., Stahlungsgesetz, Ausbreitung des Schalls, Polarisation, Interferenz und Doppelbrechung des Lichts, Diffusion und Wärmeleitung von Gasen, ‚STEFAN-BOLTZMANN-Gesetz‘). Wilhelm Eduard WEBER (1804-91, dtsh. Ph., elektrodynamische Messverfahren, konstruierte zusammen mit Carl Friedrich GAUß, 1777-1855, den ersten elektromagnetischen Telegrafen). Ludwig BOLTZMANN (1844-1906, öster. Ph. und Philosoph, Thermodynamik und statistische Mechanik, gilt als Vollender der klassischen Physik des 19. Jh.). Heinrich HERTZ (1857-94, dtsh. Ph., entdeckte und erzeugte als Erster elektromagnetische Wellen, ihm zu Ehren wurde die internationale Einheit für die Frequenz benannt, Kürzel: Hz). Philipp Eduard Anton von LENARD (1862-1947, öster.-ungarischer, ab 1907 deutscher Ph., Kathodenstrahlen, Entwicklung der Elektronentheorie, 1905 Nobel-

preis für **Physik** [NP-Ph]). Nicola TESLA (1856-1943, serbisch-kroatischer Ph. und Elektroingenieur, lebte seit 1884 in den USA, Elektrotechnik, Zweiphasenwechselstrom, 280 Patente in 26 Ländern). Wilhelm Conrad RÖNTGEN (1845-1923, dtsh. Ph., entdeckte die nach ihm benannten ‚RÖNTGEN-Strahlen‘, erhielt 1901 den erstmals vergebenen Nobelpreis für **Physik** [NP-Ph]). Hendrik Antoon LORENTZ (1853-1928, ndl. theoretischer Physiker, legte Grundlagen für die EINSTEINSche Relativitätstheorie, ‚LORENTZ-Kraft‘ und ‚LORENTZ-Transformation‘, ‚ZEEMAN-Effekt‘, 1902 NP-Ph). Alexander Stepanowitsch POPOW (1859-1906, russ. Ph., Pionier der Funktechnik). Pjotr Nikolajewitsch LEBEDEW (1866-1912, russ. Ph., Strahlungsdruck, Doppelbrechung elektrischer Wellen, Erdmagnetfeld). Henri BECQUEREL (1852-1908, frz. Ph., entdeckte 1896 die Radioaktivität und erhielt 1903 gemeinsam mit Marie und Pierre CURIE den NP-Ph). Marie (SKŁODOWSKA) CURIE (1867-1934, polnische Physikerin und Chemikerin, lebte und arbeitete ab 1891 in Frankreich, untersuchte die von BECQUEREL beobachtete, radioaktive Strahlung von Uranverbindungen, entdeckte gemeinsam mit ihrem Mann Julius CURIE die chemischen Elemente Polonium und Radium, 1903 NP-Ph, 1911 Nobelpreis für **Chemie** [NP-Ch], einzige Frau unter den Vier, die jeweils zwei Nobelpreise in unterschiedlichen Disziplinen zugesprochen erhielten). Max PLANCK (1858-1947, dtsh. theoretischer Ph., Begründer der Quantenphysik, entdeckte als Konstante das ‚PLANCKsches Wirkungsquantum‘, NP-Ph 1918). Ernest RUTHERFORD (1871-1937, neuseeländischer Ph., gilt als einer der bedeutendsten Experimentalphysiker, erkannte, dass die ionisie-

rende Strahlung des Urans aus mehreren Teilchenarten besteht, 1908 NP-Ch). Konstantin Eduardowitsch ZIOLKOWSKI (1857-1935, russ.-sowjetischer Erfinder, Wegbereiter der Raumfahrt, Begründer der modernen Kosmonautik). Friedrich HASENÖHRL (1874-1915, öster. theoretischer Physiker, Theorie der Strahlung in bewegten Körpern, Lehrer von Erwin SCHRÖDINGER, 1887-1961). Albert EINSTEIN (1879-1955, dtsh. Ph. mit Schweizer- und US-Bürgerschaft, Relativitätstheorie, einer der bedeutendsten theoretischen Physiker und weltweit bekannten Wissenschaftler der Neuzeit, Inbegriff des Forschers und Genies). Hermann MINKOWSKI (1864-1909, russ.-dtsh. Ma. und Ph., Raum-Zeit-Kontinuum, ‚MINKOWSKI-Raum, -Diagramm und -Ungleichung‘). Max von LAUE (1879-1960, dtsh. Ph., entdeckte 1912 mit Walter FRIEDRICH und Paul KNIPPING die Beugung von Röntgenstrahlung an Kristallen und Kristallstrukturen, 1914 NP-Ph). Victor Franz HESS (1883-1964, öster. Ph., Entdecker der kosmischen Strahlung, 1936 NP-Ph). Charles Thomson Rees WILSON (1869-1959, schottischer Ph., konnte erstmals α - und β -Teilchen/Elektronen fotografisch festhalten, Nachweis ionisierender Strahlung mit der ‚WILSONschen Nebelkammer‘, 1927 NP-Ph). Niels Henrik David BOHR (1885-1962, dänischer Ph., erforschte die Struktur der Atome, ‚BOHRsches Atommodell‘, 1922 NP-Ph).

im **I** (m.r., l.u. beginnend): Arnold SOMMERFELD (1868-1951, dtsh. Ma. und theoretischer Ph., moderne theoretische und Quantenphysik, ‚BOHR-SOMMERFELDSches Atommodell‘, wurde 81 Mal für den Nobelpreis vorgeschlagen, erhielt ihn aber nie).

Otto HAHN (1879-1968, dtsh. Ch., Pionier der Radiochemie, erbrachte 1938 zusammen mit STRAßMANN den Nachweis der Kernspaltung des Urans und Thoriums, NP-Ch 1944). Friedrich (,Fritz‘) STRAßMANN (1902-80, dtsh. Ch., zusammen mit Otto HAHN Entdecker der Kernspaltung, NP-Ch). Arthur Holly COMPTON (1892-1962, US-amerikanischer Ph., Streuung monochromatischer Röntgenstrahlung an Kristallen, Photonen-Modell, ,COMPTON-Effekt‘, 1927 NP-Ph). Louis-Victor de BROGLI (1892-1987, frz. Ph., entdeckte die Wellennatur des Elektrons, Theorie der Materiewellen, 1918 NP-Ph.), Werner HEISENBERG (1901-76, dtsh. Ph., erste mathematische Formulierung der Quantenmechanik, ,HEISENBERGSche Unschärferelation‘, 1932 NP-Ph), Wolfgang Ernst PAULI (1900-58, öster. Wissenschaftler, quantenchemische Erklärung des Atomaufbaus, ,PAULI-Prinzip‘, 1945 NP-Ph). Erwin SCHRÖDINGER (1887-1961, öster. Ph., einer der Begründer der Quantenmechanik, ,SCHRÖDINGER-Gleichung‘, 1933 NP-Ph). Hans BUSCH (1884-1973, dtsh. Ph., legte die Grundlagen für das Elektronenmikroskop). James CHADWICK (1891-1974, engl. Ph., entdeckte das Neutron, 1935 NP-Ph), Ernest LAWRENCE (1901-58, US-amerikanischer Atomphysiker, erfand das Zyklotron, 1939 NP-Ph), Lew Dawidowitsch LANDAU (1908-68, sowjetischer Ph., arbeitete mit am sowjetischen Wasserstoffbomben-Projekt, Theorie der kondensierten Materie, 1962 NP-Ph). Stephen William HAWKING (1942-2018, brit. theoretischer und Astrophysiker, lieferte bedeutende Arbeiten zur Kosmologie, allgemeinen Relativitätstheorie und ,Schwarzen Löchern‘).

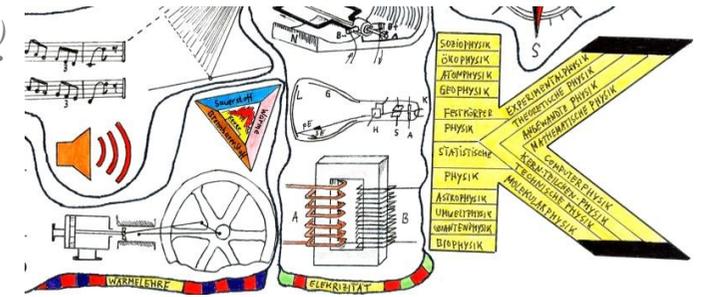
Fortsetzung des Textes zum ,Physik‘-Bild (Seite 66)

Die **Physik** ist eine Naturwissenschaft, die grundlegende Phänomene der Natur untersucht. Dazu befasst sie sich insbesondere mit Materie und Energie sowie deren Wechselwirkungen in Raum und Zeit. Die Arbeitsweise der Physiker zeichnet sich aus durch die Kombination experimenteller Methoden mit theoretischen Überlegungen. Anhand von Modellrechnungen ermöglicht die Physik Vorhersagen über spätere Zustände.

Seit der Antike hat die Physik ihren Ursprung in der Philosophie, denn die damaligen Gelehrten (z.B. SOKRATES, 469-399 v.Chr., PLATON, 427-348 v.Chr. und ARISTOTELES, 384-322 v.Chr., die jeweils Nachfolgenden waren die Schüler ihrer Vorgänger) nannten sich Philosophen. Sie bemühten sich, Gründe und Ursachen der sie umgebenden Natur und ihrer Phänomene zu verstehen und aufzuklären.

Methodisch stehen sich heute die experimentelle und die theoretische Physik gegenüber. Während erstere durch Beobachtung und Experimente zu Erkenntnissen und Aussagen gelangt, sucht die theoretische Physik die empirischen Modelle der Experimentalphysik mathematisch auf bekannte Grundlagentheorien zurückzuführen und entwickelt Hypothesen für neue Theorien, die dann experimentell überprüft werden können.

Die mathematische Physik entwickelt Verallgemeinerungen und neue mathematische Formulierungen.



ungen. Als Bindeglied zwischen Theorie und Praxis spielen dabei zunehmend die Statistik und Computersimulationen eine Rolle.

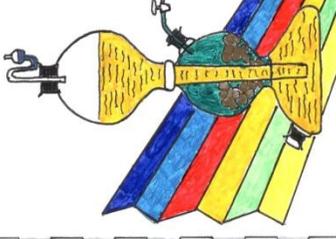
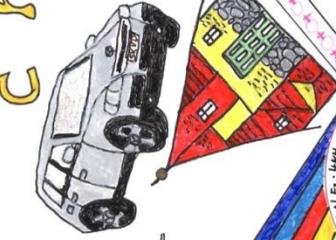
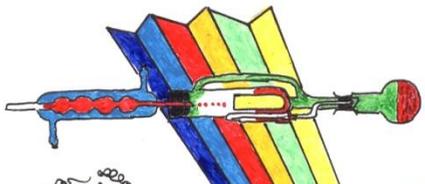
Die angewandte Physik legt den Fokus auf die Umsetzung und Nutzbarmachung gewonnener Erkenntnisse. Physikalische Theorien, experimentelle Ergebnisse und theoretische Modelle bewähren sich in der Anwendung auf Systeme der Natur und werden insbesondere in der Chemie, Geologie, Biologie, Medizin und den Ingenieurwissenschaften intensiv genutzt.

Zum Theoriengebäude der Physik zählen, wie oben bereits ausgeführt, die klassische Mechanik, Elektrodynamik und Optik, Thermodynamik, Relativitätstheorie und Quantenchemie. Im Buchstaben **K (u.l.)** sind diese und andere Klassifizierungen bzw. Teilgebiete der Physik, wie Festkörper- und Technische Physik, Kernteilchen- und Atomphysik, Molekular- und Quantenphysik, Geo- und Astrophysik, Umwelt-, Bio-, Öko- und Soziophysik zusammenfassend aufgeführt.

Das ,Physik‘-Bild im Format 40x30 cm wurde im August/September 2019 gezeichnet.

Ne	Ba	Yb	Si	Pm	Md	Ha	Co	At	Tb	Tl	Rb	Xe	Ag	Pr	Mn	Hf	As	Cl	Cr	Ar	Th	Ru	No	Am	W	Se	Po	Mg	As				
Rn	Zr	Tc	Rn	Er	Pb	Zr	Tc	Rn	Er	Pb	Zr	Tc	Rn	Er	Pb	Zr	Tc	Rn	Er	Pb	Zr	Tc	Rn	Er	Pb	Zr	Tc	Rn	Er	Pb	Zr	Tc	Rn
H	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	Xe	Rn		
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	Xe	Rn
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	

CHEMIE



LEBENSMITTEL - WISSENSCHAFT
 PHO - THEORIE - KREIS - TARTIL -

BOHR
 KOMPLEX - MACHEN - KOLLID - NECHEN - PETROL -

AGRICOLA

ARRABENUS

MEYER

MENDELJEV

LAZARUS

AVICENNA

PARACELSUS

BOYLE

NEWTON

KEPLER

GAUBER

STRAHL

BOHR

LAZARUS

AVICENNA

PARACELSUS

BOHR

LAZARUS

AVICENNA

PARACELSUS

BOYLE

NEWTON

LAZARUS

AVICENNA

PARACELSUS

BOYLE

NEWTON

KEPLER

LAZARUS

AVICENNA

PARACELSUS

BOYLE

NEWTON

KEPLER

LEBENSMITTEL - WISSENSCHAFT
 PHO - THEORIE - KREIS - TARTIL -

BOHR
 KOMPLEX - MACHEN - KOLLID - NECHEN - PETROL -

AGRICOLA

ARRABENUS

MEYER

MENDELJEV

LAZARUS

AVICENNA

BOHR
 KOMPLEX - MACHEN - KOLLID - NECHEN - PETROL -

AGRICOLA

ARRABENUS

MEYER

MENDELJEV

LAZARUS

AVICENNA

PARACELSUS

AGRICOLA

ARRABENUS

MEYER

MENDELJEV

LAZARUS

AVICENNA

PARACELSUS

BOYLE

BOHR
 KOMPLEX - MACHEN - KOLLID - NECHEN - PETROL -

AGRICOLA

ARRABENUS

MEYER

MENDELJEV

LAZARUS

AVICENNA

PARACELSUS

AGRICOLA

ARRABENUS

MEYER

MENDELJEV

LAZARUS

AVICENNA

PARACELSUS

BOYLE

BOHR
 KOMPLEX - MACHEN - KOLLID - NECHEN - PETROL -

AGRICOLA

ARRABENUS

MEYER

MENDELJEV

LAZARUS

AVICENNA

PARACELSUS

BOHR
 KOMPLEX - MACHEN - KOLLID - NECHEN - PETROL -

AGRICOLA

ARRABENUS

MEYER

MENDELJEV

LAZARUS

AVICENNA

PARACELSUS

LEBENSMITTEL - WISSENSCHAFT
 PHO - THEORIE - KREIS - TARTIL -

BOHR
 KOMPLEX - MACHEN - KOLLID - NECHEN - PETROL -

AGRICOLA

ARRABENUS

MEYER

MENDELJEV

LAZARUS

AVICENNA

PARACELSUS

BOYLE

LEBENSMITTEL - WISSENSCHAFT
 PHO - THEORIE - KREIS - TARTIL -

BOHR
 KOMPLEX - MACHEN - KOLLID - NECHEN - PETROL -

AGRICOLA

ARRABENUS

MEYER

MENDELJEV

LAZARUS

AVICENNA

PARACELSUS

BOYLE

LEBENSMITTEL - WISSENSCHAFT
 PHO - THEORIE - KREIS - TARTIL -

BOHR
 KOMPLEX - MACHEN - KOLLID - NECHEN - PETROL -

AGRICOLA

ARRABENUS

MEYER

MENDELJEV

LAZARUS

AVICENNA

PARACELSUS

BOYLE

LEBENSMITTEL - WISSENSCHAFT
 PHO - THEORIE - KREIS - TARTIL -

BOHR
 KOMPLEX - MACHEN - KOLLID - NECHEN - PETROL -

AGRICOLA

ARRABENUS

MEYER

MENDELJEV

LAZARUS

AVICENNA

PARACELSUS

BOYLE

„Chemie“

Das ‚Chemie‘-Bild stammt aus dem Jahre 2005, dem Beginn von Jürgen DUNKELs erster Schaffensphase, in der er bis 2015 die 74 Bilder der Elemente des chemischen Periodensystems in seiner ungewöhnlichen Art und Weise gestaltet hat¹⁾ (vgl. Seiten 2 und 3. Da er damals die Bilder meist im Hochformat gezeichnet hat, bitten wir an dieser Stelle den geneigten Leser um Verständnis für die Zumutung, beim Lesen das Textes zum Blick auf das Bild das Buch jeweils um 90° nach rechts drehen zu müssen. *Die im Folgenden gemachten Angaben zur Lage der jeweiligen Grafik im Bild gehen wie bei allen anderen Querbildern von einem senkrecht stehenden Bild aus*, siehe Legende Seite 166).

Das ‚Chemie‘-Bild folgt Jürgen DUNKELs damaligem Gestaltungsstil.¹⁾ Rings um den Bildrand sind die in Gold und Silber bzw. Rot und Gelb eingefassten chemischen Symbole der 104 Elemente vom Wasserstoff (Ordnungszahl [OZ]=1) bis zum Rutherfordium (OZ=104) aufgeführt (wer sie alle durchzählt, wird 105 Symbole finden, das Ha, an 7. Stelle von oben an der rechten Seite, gehört nicht dazu und ist vom Zeichnenden hinein gemogelt worden).

Das Hauptmotiv mit den 10 Kreisen ist der ‚Kabbala‘ entlehnt (dtsch.: ‚das Überlieferte‘, aus einer mystisch-theosophischen Geheimlehre des Judentums entstanden).^{3b)} Kabbalisten bezeichnen sich selbst gern als Kenner der ‚Geheimen Weisheit‘ oder als ‚Meister des Geheimnisses‘, so wie die ‚Alchemie‘ nach altägyptischen Angaben als ‚Kunst der

Ägypter‘ bezeichnet wird und die Alchemisten des 1.-3. Jh. der Vorstellung vom ‚Stein der Weisen‘ anhängen, der unedle Metalle in edle (vor allem Gold und Silber) verwandeln könne. Auf dieser Suche erfand der Alchemist Johann Friedrich BÖTTGER (1682-1719)^{3a)} gemeinsam mit dem Naturwissenschaftler Ehrenfried Walther von TSCHIRNHAUS (1651-1708) 1707 das Porzellan (europäisches Gegenstück zum älteren chinesischen), das bis heute als ‚Meißner Porzellan‘ berühmt und begehrt ist.

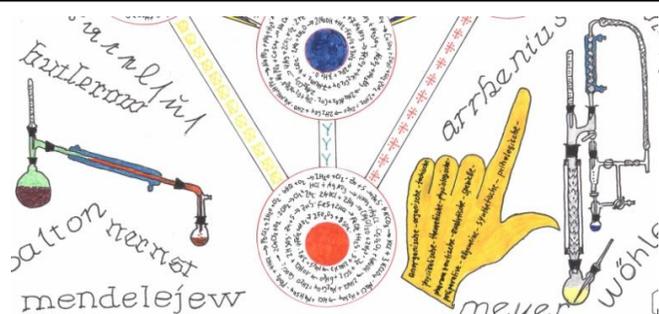
Die hier im ‚Chemie‘-Bild miteinander verbundenen Kreise (jüdisch: ‚Sephiroth‘) der ‚Kabbala‘ enthalten 118 chemische Gleichungen, auf die in den folgenden Texten zum Teil Bezug genommen wird. Zur Verschönerung des Bildes ist (von unten nach oben und nach rechts und links ausladend) eine 2-, 4- und 6-streifige farbige ‚Monstranz‘ eingefügt.

Im Gegensatz zur Physik, die Phänomene rund um Materie, Stoffe und Energien sowie Raum und Zeit betrachtet, experimentell misst und analysiert, berechnet und modelliert, widmet sich die Chemie den Umwandlungen der Stoffe.

In der zeigenden Hand (**u.l.**) sind als Teilgebiete der modernen Chemie benannt: anorganische, organische und technische Chemie (im kleinen Finger, l.) / physikalische, theoretische und physiologische / pharmazeutische, analytische und spezi-

elle / präparative, allgemeine, synthetische und pathologische Chemie (im Zeigefinger, r.).

Vereinfachend hat man einst die **Anorganische Chemie** (Anorganik) als die Chemie kohlenstofffreier Verbindungen definiert. Später verstand man unter anorganischer Chemie alle Stoffe, die nicht aus der organischen Lebenswelt stammen. Seitdem es 1828 Friedrich WÖHLER (1800-82) gelang, die organische Substanz Harnstoff ($[\text{NH}_2]_2\text{CO}$) aus der anorganischen Verbindung Ammoniumcyanat (NH_4OCN) herzustellen, verwischen sich die Grenzen zwischen Stoffen aus der unbelebten (‚anorganischen‘) und der belebten (‚organischen‘) Welt. So erzeugen Lebewesen stoffwechselnd eine Vielzahl anorganischer Stoffe, während im Labor inzwischen (ohne ‚Lebenskraft‘) fast alle organischen Stoffe synthetisiert werden können. Ein Grenzgebiet sind die Organometallverbindungen. Während die organische Chemie diese Anorganika nur als Hilfsmittel oder Reagenzien benutzt, betrachtet die anorganische Chemie die Koordinationschemie der Metalle. Die in den Kreisen der Kabbala angegebenen Reaktionsgleichungen spiegeln überwiegend anorganische Reaktionen wieder. Der Zeichner wollte uns so auf die Vielzahl chemischer Reaktionsmöglichkeiten hinweisen (wer die Reaktionen im Einzelnen nachverfolgen will siehe Seite 80-82).



Fortsetzung des Textes zum ‚Chemie‘-Bild (Seite 74)

Die **Organische Chemie** (Organik) umfasst eine noch viel größere Anzahl (>40 Mio.) chemischer Verbindungen, die alle auf dem Kohlenstoff basieren und vor allem in der belebten Welt anzutreffen sind (Zucker, Fette, Proteine, Nukleinsäuren, diverse Naturstoffe, pflanzliche und tierische Farbstoffe).

Die große Bindungsfähigkeit des Kohlenstoffatoms ermöglicht eine Vielzahl von unterschiedlichen Verbindungen mit anderen Atomen. Organische Moleküle enthalten als Elemente neben dem Kohlenstoff (C) häufig Wasserstoff (H), Sauerstoff (O), Stickstoff (N), Schwefel (S) und Halogene (F, Cl, Br, J). Die Verschiedenartigkeit der Einzelmoleküle wird durch ihre chemische Struktur und unterschiedliche funktionelle Gruppen bestimmt. Während viele anorganische Stoffe durch Temperatureinfluss und katalytische Reagenzien nicht verändert werden, finden organische Reaktionen oft schon bei Raumtemperatur oder leicht erhöhter Temperatur statt, benötigen dazu aber oftmals katalytische Mengen an bestimmten Reagenzien, die die Reaktion beschleunigen, selbst dabei aber nicht verbraucht werden (Katalysatoren).

Die organische Chemie kann nicht nur organische Naturstoffe (Zucker, Peptide, Naturfarbstoffe, Alkaloide, Vitamine) synthetisieren, sondern auch in der Natur unbekannte organische Stoffe wie Kunststoffe, Ionenaustauscher, Pharmazeutika, Pflanzenschutzmittel und Kunstfasern.

Die Entwicklungen der organischen Chemie trugen in den letzten 150 Jahren in einem großen Maße zum Wohlstand der menschlichen Gesellschaft bei und brachten bedeutende Erleichterungen für das Leben der Menschen (Gesundheit, Ernährung, Kleidung, Konsumgüter). Wenn man heute alle durch chemische Prozesse erzeugte Waren auf einen Schlag entfernen würde, sähen die Häuser, Wohnungen, Arbeitsräume, Kaufhallen und vieles andere mehr ziemlich trist aus und unser Leben würde an vielen Stellen nicht mehr wie gewohnt funktionieren.

Teilen anorganische und organische Chemie diese Wissenschaft nach stofflichen Kriterien in zwei große Teile, so stellt die **Physikalische Chemie** (Physikochemie, **u.l.**, Ringfinger) als eines der großen klassischen Teilgebiete der Chemie einen Grenzbereich zwischen Physik und Chemie dar, der durch die Anwendung von Methoden der Physik auf die chemischen Stoffe (Elemente und Verbindungen) sowie ihre Reaktionen geprägt ist. Die physikalische Chemie ist in verschiedene Teilgebiete

gegliedert: Thermodynamik, Kinetik, Spektroskopie, Elektrochemie und Theoretische Chemie (Reaktionskinetik, experimentelle Bestimmungen von Dampfdruck, Dichte, Verdampfungs- und Molwärmern, Mischungseigenschaften, Schmelzpunkten, Diffusionskonstanten, Berechnungsdaten für Destillation, Extraktion, Ad-/Absorption, Elektrolyse, aber auch Anwendung nichtexperimenteller, mathematischer Methoden zur Erklärung oder Vorhersage chemischer Phänomene, Computerchemie).

Die **Quantenchemie** (Teilgebiet der Physikalischen Chemie) erlangte durch die Anwendung der Quantentheorie auf die Chemie in den letzten Jahrzehnten Eigenständigkeit, denn sie beschreibt die Reaktionsmechanismen so grundlegend, dass man zu der Aussage gelangt, dass die Chemie auch nur Physik sei. (Die Quantentheorie erhebt den Anspruch, die allgemeinste Beschreibung der Naturerscheinungen zu sein und nahezu alle Gebiete der Naturwissenschaft zu erfassen).¹⁵⁾

Die **Technische Chemie** (**u.l.**, kleiner Finger) beschäftigt sich mit der Überführung chemischer Reaktionen und Prozesse in technische Verfahren sowie deren Optimierung unter ökonomischen und ökologischen Kriterien (mechanische und thermische Grundoperationen, Katalysator- und Verfahrensentwicklungen, chemische Reaktionstechnik). Sie wird mit dem etwas unklar definierten Begriff als ‚Angewandte Chemie‘ bezeichnet. Dabei wird nach Industriezweigen und Einsatzgebieten noch einmal in spezielle, pharmazeutische, physiologische und pathologische Chemie untergliedert.

Im Gegensatz zur angewandten Chemie werden unter dem Begriff **Allgemeine Chemie (u.l., Zeigefinger)** die Grundlagen der Chemie verstanden (begriffliches Fundament der gesamten Chemie, wie es z.B. im Chemieunterricht behandelt wird).

Die **Analytische Chemie** beschäftigt sich mit der qualitativen und quantitativen Analyse von chemischen und biochemischen Substanzen. Sie spielt in allen chemischen Teildisziplinen eine bedeutende Rolle, so in der Lebensmittel- und Umweltanalytik, in der forensischen Analytik bei der gerichtsfesten Bestimmung von Alkohol, Drogen oder Giften im Blut und Urin, bei Schwangerschaftstests und im großen Feld der klinisch-chemischen Analytik, aber auch bei der alltäglichen Qualitätskontrolle industrieller Produkte, bei Schadstoffanalysen direkt an Arbeitsplätzen, in Wohnräumen und im Straßenverkehr.

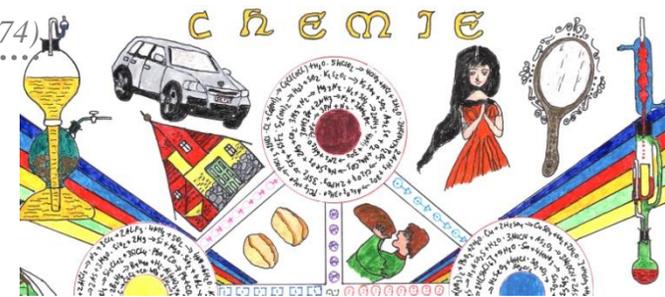
Die klassische analytische Chemie arbeitete mit aufwendigen Trennungsgängen, um Substanzen zu isolieren und Nachweisreaktionen im Reagenzglas durchzuführen. Heutzutage werden diese Fragestellungen mit einem hohen apparativen Aufwand durch die instrumentelle Analytik gelöst. Diese Entwicklung hat in den letzten Jahrzehnten einen enormen Schub bekommen, wodurch die Nachweisgrenzen für die chemischen Analysen immer weiter nach unten gedrückt werden konnten. Heute liegen sie für einzelne Stoffe

Fortsetzung des Textes zum ‚**Chemie**‘-Bild (Seite 74)

im Mikro- (μ , 10^{-6} , Millionstel), Nano- (n, 10^{-9} , Milliardstel) oder Piko-Bereich (p, 10^{-12} , Billionstel). So können z.B. bereits geringste Spuren von Umweltgiften in der Muttermilch nachgewiesen werden. Abgesehen von den kanzerogenen (krebserzeugenden) Stoffen, die bereits molekular wirken, gilt jedoch der Spruch „*Jeder Stoff kann ein Gift sein, es kommt auf die Menge an*“. Ehe man in Panik ausbricht, ist es also ratsam, sich jeweils über die Toxizitätsschwelle kundig zu machen, um die Gefahren im Umgang mit Chemikalien und Umweltstoffen richtig einschätzen zu können.

Das Pendant zur analytischen ist die synthetische oder **Präparative Chemie (u.l., Zeigefinger)**, die sich mit den Synthesen chemischer Stoffe befasst. In unserem Bild sind an den vier Ecken beispielhaft Laborgerätschaften gezeichnet, wie der KIPPSche Apparat (Petrus Jacobus KIPP, 1808-64, **o.l.**) zur Erzeugung von Gasen durch Einwirkung von Säuren, Laugen oder Wasser auf Metalle, Salze oder andere feste Verbindungen, der Geräteaufbau für eine Laborextraktion mit einem SOXHLET-Aufsatz (Franz von SOXHLET, 1848-1926, **o.r.**), eine einfache Destillationsapparatur (**u.l.**) und eine Apparatur zur fraktionierten Destillation (**u.r.**).

In der unteren Hälfte des Bildes sind die Namen



von 17 bedeutenden (willkürlich ausgewählten) Chemikern eingestreut. Es ist kein Zufall, dass wir uns mit Einigen schon im Physik-Bild bekannt machen konnten. Im 13.-16. Jh. nannten sich die naturwissenschaftlich Tätigen ‚Naturphilosophen‘ (die auf vielen naturwissenschaftlichen Gebieten tätig Gewesenen werden von uns heute als ‚Universalgelehrte‘ bezeichnet). Als letzter deutscher Universalgelehrter gilt Gottfried Wilhelm **LEIBNIZ** (1646-1716). Ab dem 16. Jh. beobachten wir, dass die bekannten Naturforscher sowohl als Mathematiker **wie auch als** Physiker tätig waren. Ab dem 18. Jh. bevorzugte man allerdings verstärkt Ausbildung und wissenschaftliches Arbeiten als Physiker **und** Chemiker (vgl. mit dem Physik-Bild, Seiten 70-72).

Theophrastus Bombast von **HOHENHEIM**, genannt **PARACELSUS** (1493-1541, Schweizer Arzt, Naturphilosoph und Alchemist, **u.l.,o.**). Zu seiner Zeit vor allem als Arzt wahrgenommen (vgl. ‚Medizin‘-Bild, Seite 25), entwickelte er als Alchemist die Lehre von den drei Prinzipien (Schwefel: flüchtig, brennbar / Quecksilber: lebendig, flüssig, wässrig / Salz: fest, erdverbunden). Er gilt als Schöpfer der Jatrochemie.^{2c)}



Fortsetzung des Textes zum ‚Chemie‘-Bild (Seite 74)

Georgius **AGRICOLA** (1494-1555, latinisiert aus Georg **BAUER**, dtsh. [Legende der Kürzel Seite 166] Arzt, Apotheker und Wissenschaftler, **u.r.**,o.) gilt als Begründer der modernen Geologie und Bergbaukunde (‚Vater der Mineralogie‘). Er hat großen Anteil daran, dass sich der Gegenstand der Chemie stärker auf die gewerbliche Praxis orientiert hat.^{2c)}

Johann Rudolph **GLAUBER** (1604-68, dtsh. Apotheker und Alchemist, **m.r.**) entwickelte neue technische Verfahren zur Gewinnung von Salpetersäure, Schwefelsäure, Salzsäure und Natriumsulfat (Glaubersalz) und gilt als ein Begründer der frühen Chemieindustrie.^{2c)}

Georg Ernst **STAHL** (1659-1734, dtsh. Ch., Mediziner, Metallurg, **m.r.**). Als Alchemist entwickelte er die Theorie vom ‚Phlogiston‘.^{2c)}

Antoine Laurent de **LAVOISIER** (1743-94, frz. Ch. und Naturwissenschaftler, Rechtsanwalt, Hauptzollpächter, Ökonom und Leiter der französischen Pulververwaltung, **m.l.**) führte quantitative Messmethoden in die Chemie ein, erkannte die Rolle des Sauerstoffs bei der Verbrennung (Oxidation), widerlegte die damals vorherrschende Phlogistontheorie und schuf Grundlagen der modernen Chemie.^{2c)}

John **DALTON** (1766-1844, engl. Naturforscher, **u.l.**) befasste sich mit Luft, Wasser, Wind und Regen und stellte fest, dass in einer Gasmischung jedes einzelne Gas unabhängig von den anderen Gasen einen eigenen, temperaturabhängigen Partialdruck besitzt (‚Dalton-Gesetz‘). Er fand das Gesetz der proportionalen Gasausdehnung von reinen Gasen unabhängig von Joseph Louis **GAY-LUSSAC** (1778-1850, frz. Ch. und Ph., vgl. Seite 71, li. Sp., oben), nach dem das Gesetz meist benannt wird. Wegen seiner grundlegenden Untersuchungen zur Atomtheorie gilt er als einer der Wegbereiter der Chemie als Wissenschaft.

Friedrich **WÖHLER** (1800-82, dtsh. Ch., **u.r.**) wird wegen seiner Synthese von Oxalsäure durch Hydrolyse von Dicyan 1824 und von Harnstoff aus Ammoniumcyanat 1828 als Pionier der organischen Chemie bezeichnet. Diese Synthesen eröffneten das Feld der Biochemie, da zum ersten Mal Stoffe, die bisher nur von lebenden Organismen bekannt waren, aus unbelebter Materie künstlich erzeugt werden konnten (s.o., Seite 75, re.Sp.).

Justus von **LIEBIG** (1803-73, dtsh. Ch., **m.l.**) erkannte, dass Pflanzen wichtige anorganische Nährstoffe in Form von Salzen aufnehmen. Durch seine Forschungen wurde er zum Begründer der modernen Mineraldüngung und der Agrochemie (Gründer der Zeitschrift ‚Justus Liebig's Annalen der Che-

mie‘). Seine Bekanntheit im Volke fußte auch auf der Entwicklung eines hochkonzentrierten, pastösen Rindfleischextraktes.

Alexander Michailowitsch **BUTLEROW** (1828-86, russ. Ch., **u.l.**,o.) untersuchte als Erster Polymerisationsreaktionen, definierte die organische Chemie als Chemie der Kohlenstoffverbindungen, führte Strukturformeln und den Strukturbegriff ein.

August **KEKULÈ** (1829-96, dtsh. Ch., **m.r.**) war mehr ein theoretischer Chemiker. Er stellte die organischen Verbindungen durch Strukturformeln dar (historische ‚Benzol‘-Formel) und legte die Grundlagen für die moderne Strukturtheorie der organischen Chemie.

Lothar **MEYER** (1830-95, dtsh. Arzt und Ch., **u.r.**) ist einer der Mitbegründer des Periodensystems der Elemente (1864 ‚Die modernen Theorien der Chemie‘, 1870 ‚Die Natur der chemischen Elemente als Funktion ihrer Atomgewichte‘). Erhielt 1882 zusammen mit **MEDELEJEW** (s.u.) die ‚Davy-Medaille‘ der britischen ‚Royal Society‘ und gründete mit ihm und William **RAMSAY** (1852-1916) die ‚Zeitschrift für Physikalische Chemie‘.

Dmitri Iwanowitsch **MENDELEJEW** (1834-1907, russ. Ch., vgl. Seite 72, li.Sp., **u.l.**) erarbeitete parallel und unabhängig von Lothar **MEYER** (s.o.), das Periodensystem der Elemente (1869 ‚Die Abhängigkeit der chemischen Eigenschaften der Elemente vom Atomgewicht‘)..

Der bedeutendere ist MENDELEJEW, da er die Gesetzmäßigkeit zwischen der Stellung im PSE und den Eigenschaften erkannt hatte und im Unterschied zu MEYER zu Voraussagen von noch unbekanntem Elementen kam. Zu seinen Ehren bekam das Element 101 den Namen ‚Mendelevium‘.

Wilhelm **OSTWALD** (1853-1932, deutsch-baltischer Ch., 1909 NP-Ch, **m.l.**) gilt als einer der Begründer der physikalischen Chemie, lehrte und wirkte an der Universität Leipzig. Herausragend sind seine wissenschaftlichen Arbeiten über die Katalyse.^{2m)}

Svante **ARRHENIUS** (1859-1927, schwed. Ph. und Ch., 1903 NP-Ch, **u.r.,o.m.**) war ein vielseitiger Wissenschaftler, der auf so unterschiedlichen Gebieten wie der physikalischen Chemie, Meteorologie, Geophysik, Physiologie und Kosmologie forschte. Er wies nach, dass in Wasser gelöste Salze als Ionen vorliegen. Seine bedeutendste Leistung ist die Ausarbeitung der Grundlagen der elektrolytischen Dissoziation.

Walther **NERNST** (1864-1941, deutsch. Ph. und Ch., **u.l.**) forschte vor allem auf dem Gebiet der Elektrochemie (‚Nernst-Gleichung‘, gilt nicht nur für galvanische Zellen, sondern für alle Redoxreaktionen in der Chemie) und stellte eine Verbindung von Elektrochemie und Thermodynamik her (1893 ‚Lehrbuch der Theoretischen Chemie‘, 1895 gemeinsam mit Arthur Moritz SCHOENFLIES [1853-1928] ‚Einführung in die mathema-

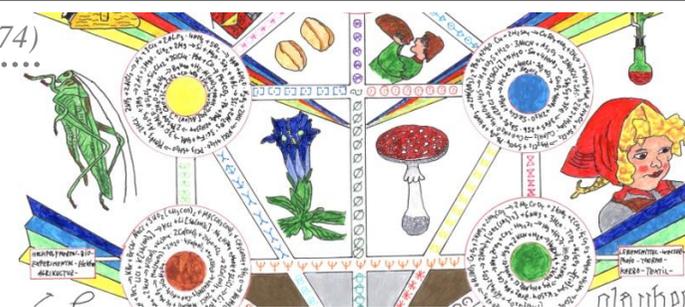
Fortsetzung des Textes zum ‚Chemie‘-Bild (Seite 74)

tische Behandlung der Naturwissenschaften‘). Er klärte Fragen zur Verteilung eines Stoffes zwischen zwei Flüssigkeiten (1891 ‚Nernstsches Verteilungsgesetz‘, wichtig für Chromatographie und Extraktion, 1907 ‚NERNSTsche Diffusionsschicht‘) und erforschte Reaktionsgeschwindigkeiten, heterogene Gasgleichgewichte und Flüssigkristalle.

Ernest **RUTHERFORD** (1871-1937, neuseeländischer Ph., **u.l.**) gilt als einer der bedeutendsten Experimentalphysiker (vgl. Seite 72, mittl. Sp.). Er erkannte, dass die ionisierende Strahlung des Urans aus mehreren Teilchenarten besteht (α -, β - und γ -Strahlung, 1908 NP-Ch), entdeckte das Proton.

Niels **BOHR** (1885-1962, dänischer Ph., vgl. Seite 72, re.Sp., **m.r.**) erforschte die Struktur der Atome und entwickelte auf der Basis der von Max PLANCK (1858-1947, vgl. Seite 72, mittl. Sp.) und Albert EINSTEIN (1879-1955, vgl. Seite 72, re.Sp.) aufgestellten Theorien zur Quantenphysik in Verbindung mit den klassischen Gesetzen der Physik sein ‚BOHRsches Atommodell‘ (1922 NP-Ph), das Generationen von Chemikern zu neuem Verständnis und neuen Erkenntnissen verhalf.

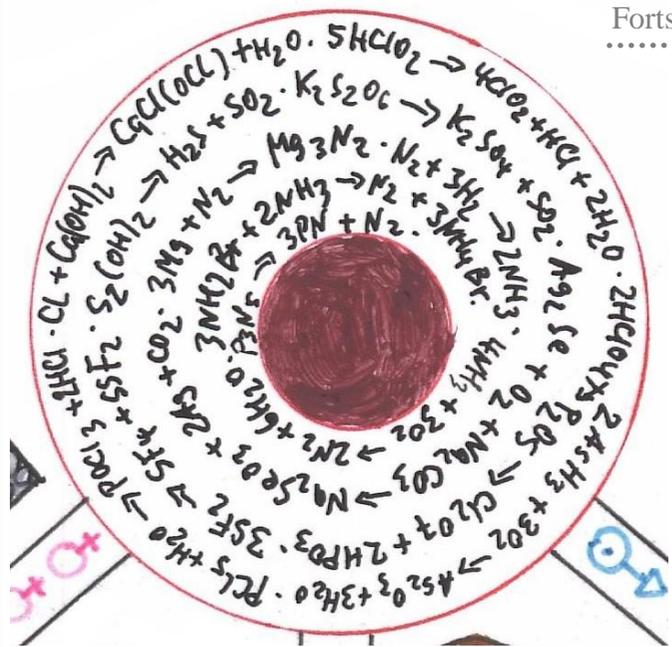
Die Chemie hat eine, heute oftmals unterschätzte, bisweilen sogar verteufelte, aber dennoch große Bedeutung für Mensch, Tier und Pflanze (**m.l.** bis **m.r.**, oben). Beide Autoren (in der DDR sozialisiert) sind in ihrer Schulzeit unter anderem auch vom



Slogan ‚Chemie bringt Brot, Wohlstand, Schönheit‘ in ihrer Berufswahl beeinflusst worden. Im Bild stehen dafür Brot und Brötchen (gegen den Hunger der Welt, **o.m.**), für Wohlstand Haus und Auto (**o.l.**) und für Schönheit Schneewittchen und der Spiegel (**o.r.**).

Die Chemiebereiche und -zweige, die für die Herstellung der Produkte sorgen, sind in vier Kästchen untergebracht: Hochpolymere, Bio- und Elektrochemie, Agrokultur (**m.l.,o.**), Lebensmittel-, Wasser-, Photo-, Thermo-, Carbo- und Textilchemie (**m.r.,o.**), Komplex-, Magneto-, Kolloid-, Mechano- und Petrochemie (**m.r.,u.**), Kern-, Kristall-, Geo-, Topo-, Komplexchemie (**m.l.,u.**).

Wie andere Wissenschaften auch hat die Chemie eine eigene Wissenschaftssprache entwickelt, die besteht aus Symbolen für die Elemente, Formeln für die Verbindungen (incl. Strukturformeln), Reaktionsgleichungen, Angaben zu Oxidationsstufen (im folgenden sind daraus zur Veranschaulichung auch noch ‚ungewöhnliche Ionengleichungen‘ abgeleitet worden) und thermodynamische Angaben zu Wärmeinhalt, Entropien u.v.a.m..



Auf den folgenden Seiten sind (für Interessierte) die in den Kugeln der Kabbala dargestellten chemischen Reaktionsgleichungen wiedergegeben (ausgewählte Reaktionen und technische Verfahren sind benannt, Angaben zu Oxidationsstufen und daraus abgeleitete ‚ungewöhnliche Ionengleichungen‘ sind durch **blaue Schrift**, Berichtigungen von im Bild enthaltenen Fehlern durch **grüne Schrift** gekennzeichnet).

Erste, oberste Kugel (o.m., dunkelbrauner Kern)

1. $2 \text{AsH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow \text{As}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ (m.r., 1.Reihe)
2. $\text{PCl}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{POCl}_3 + 2\text{HCl}$
3. $\text{Cl}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}(\text{OCl}) + \text{H}_2\text{O}$
4. $5\text{HClO}_2 \rightarrow 4\text{ClO}_2 + \text{HCl} + 2\text{H}_2\text{O}$
5. $2\text{HClO}_4 + \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{Cl}_2\text{O}_7 + 2\text{HPO}_3$ (m.r., 2.Reihe)
6. $3\text{SF}_2 \rightarrow \text{SF}_4 + \text{SSF}_2$
7. $\text{S}_2(\text{OH})_2 \rightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2$
8. $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_6 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2$
9. $\text{Ag}_2\text{Se} + \text{O}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SeO}_3 + 2\text{Ag} + \text{CO}_2$

10. $3\text{Mg} + \text{N}_2 \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2$ ($3\text{Mg}^0 + 2\text{N}^0 = 3\text{Mg}^{2+} + 2\text{N}^{3-}$)
11. $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$ ($2\text{N}^0 + 2\text{H}^0 = 2\text{N}^{3-} + 6\text{H}^{1+}$)
Ammoniaksynthese
12. $\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ ($4\text{N}^{3-} + 6\text{O}^0 = 4\text{N}^0 + 6\text{O}^{2-}$)
13. $3\text{NH}_2\text{Br} + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + 3\text{NH}_4\text{Br}$
($6\text{N}^{3-} + 2\text{N}^{3-} = 2\text{N}^0 + 3\text{N}^{3+}$)
14. $\text{P}_3\text{N}_5 \rightarrow 3\text{PN} + \text{N}_2$

Zweite Kugel (o.l., gelber Kern)

15. $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ (o.m., 1. äußere R.)
($4\text{N}^{3-} + 5\text{O}^0 = 4\text{N}^{2+} + 10\text{O}^{2-}$)
16. $\text{N}_2\text{O}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NOCl} + \text{H}_2\text{O}$
17. $\text{PCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{P}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl}$
18. $2\text{NF}_3 + 2\text{AlCl}_3 \rightarrow \text{N}_2 + 3\text{Cl}_2 + 2\text{AlF}_3$
($2\text{N}^{3-} + 6\text{Cl}^{1-} = 2\text{N}^0 + 6\text{Cl}^0$)
19. $\text{As}_2\text{O}_3 + 3\text{Mg} \rightarrow 2\text{As} + 3\text{MgO}$ (u.l., 2. Reihe)
($2\text{As}^{3+} + 3\text{Mg}^0 = 2\text{As}^0 + 3\text{Mg}^{2+}$)
20. $\text{SiO}_2 + 2\text{Mg} \rightarrow \text{Si} + 2\text{MgO}$
($\text{Si}^{4+} + 4\text{Al}^0 = \text{Si}^0 + 2\text{Mg}^{2+}$)
21. $3\text{SiO}_2 + 4\text{Al} \rightarrow 3\text{Si} + 2\text{Al}_2\text{O}_3$
($3\text{Si}^{4+} + 4\text{Al}^0 = 3\text{Si}^0 + 4\text{Al}^{3+}$)
22. $3\text{SiF}_4 + 4\text{Al} \rightarrow 3\text{Si} + 4\text{AlF}_3$
($3\text{Si}^{4+} + 4\text{Al}^0 = 3\text{Si}^0 + 4\text{Al}^{3+}$)
23. $4\text{Si}_2\text{Cl}_6 \rightarrow \text{Si}_5\text{Cl}_{12} + 3\text{SiCl}_4$ (m.l., 3. Reihe)
24. $\text{PbO} + \text{CO} \rightarrow \text{Pb} + \text{CO}_2$ ($\text{Pb}^{2+} + \text{C}^{2-} = \text{Pb}^0 + \text{C}^{4+}$)
Metallherstellung durch Reduktion
25. $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
($\text{Pb}^0 + \text{Pb}^{4+} = 2\text{Pb}^{2+}$)
26. $2\text{B}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{B}_4\text{H}_{10} + \text{H}_2$ (m.l., 4. Reihe)
($4\text{B}^{3+} + 12\text{H}^{1-} = 4\text{B}^{3+} + 2\text{H}^0$)
27. $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$
28. $\text{CaO} + 3\text{C} \rightarrow \text{CaC}_2 + \text{CO}$ ($3\text{C}^0 = 2\text{C}^{2-} + 2\text{C}^{2+}$, m.l., 5. R.)
Carbidprozess
29. $\text{WO}_3 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{W} + 3\text{H}_2\text{O}$ ($\text{W}^{6+} + 6\text{H}^0 = \text{W}^0 + 6\text{H}^{1+}$)
hydrierende Metallherstellung

Dritte Kugel (o.r., hellblauer Kern)

30. $2\text{HgCl}_2 + \text{SnCl}_2 \rightarrow \text{Hg}_2\text{Cl}_2 + \text{SnCl}_4$ (m.r., 1.ä.R.)
($\text{Hg}^{2+} + \text{Sn}^{2+} = 2\text{Hg}^{1+} + \text{Sn}^{4+}$)
31. $\text{PbO}_4 + 4\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
($2\text{Pb}^{3+} + \text{Pb}^{2+} = 2\text{Pb}^0 + \text{Pb}^{4+}$)

32. $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
($\text{Cu}^0 + \text{S}^{6+} = \text{Cu}^{2+} + \text{S}^{4+}$) Salzbildung mit Säure
33. $2\text{J} + \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HJ} + \text{H}_2\text{SO}_4$
($\text{J}^0 + \text{S}^{4+} = \text{J}^{1-} + \text{S}^{6+}$)
34. $\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$ (m.r., 2.Reihe)
Dehydratisierung zum Metalloxid
35. $\text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_3\text{S} + \text{H}_2\text{O}$
36. $3\text{NaCN} + \text{As}_2\text{O}_3 \rightarrow 3\text{NaOCN} + 2\text{As}$
37. $\text{Sb}_2\text{S}_3 + 3\text{Fe} \rightarrow 3\text{FeS} + 2\text{Sb}$ (m.r., 3.Reihe)
($\text{Sb}^{3+} + 3\text{Fe}^0 = 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{Sb}^0$)
38. $\text{Sb}_2\text{O}_5 + 12\text{HCl} \rightarrow 2\text{H}[\text{SbCl}_6] + 5\text{H}_2\text{O}$
39. $\text{Sn} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{SnO}_2 + 4\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (m.r., 4.Reihe)
($\text{Sn}^0 + \text{N}^{5+} = \text{Sn}^{4+} + 4\text{N}^{4+}$) Oxidation
40. $\text{SeCl}_4 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_3 + 4\text{HCl}$
41. $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{SO}_2\text{Cl}_2$ ($\text{S}^{4+} + \text{Cl}^0 = \text{S}^{6+} + 2\text{Cl}^{1-}$)

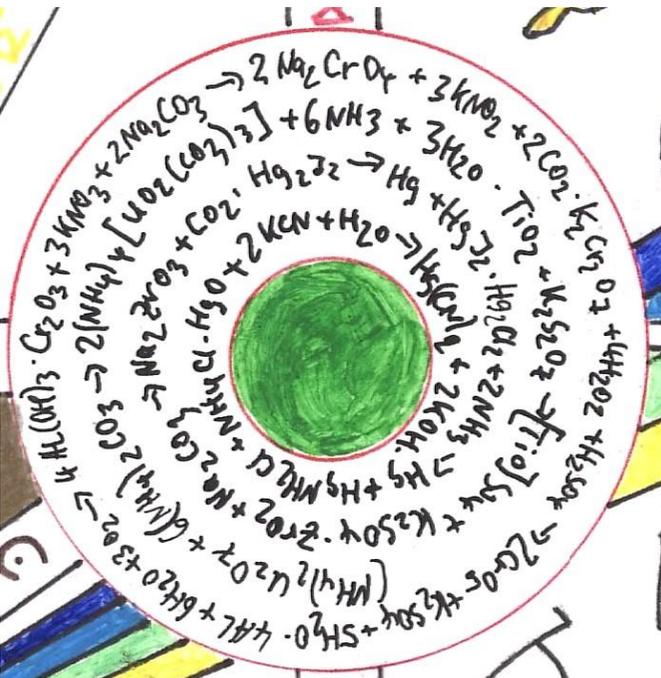
Vierte Kugel (m.l., hellbrauner Kern)

42. $\text{NaCl} + 3\text{UO}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{CH}_3\text{COOH} + 9\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaMg}(\text{UO})_3(\text{CH}_3\text{COO})_9$ (o.l.)
43. $9\text{H}_2\text{O} + \text{HCl}$ Herstellung von Salzsäure
44. $\text{KCN} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{KBr} + \text{BrCN}$ ($2\text{B}^{0-} = \text{B}^{1-} + \text{B}^{1+}$)
45. $\text{LiCl} + \text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{KCl} + \text{Li}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ (m.l.)
46. $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{NaOH} + 3\text{LiCl} \rightarrow \text{Li}_3\text{PO}_4 + 3\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
47. $\text{NiSO}_4 + 2\text{KCN} \rightarrow \text{Ni}(\text{CN})_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$
48. $2\text{Co}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Co}(\text{OH})_3 + 2\text{HCl}$ (o.m.)
($2\text{C}^{02+} + 2\text{C}^{11-} = 2\text{C}^{03+} + 2\text{C}^{11-}$)
49. $\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{MnO}_3 \rightarrow \text{Mn}(\text{MnO}_3) + 2\text{H}_2\text{O}$
($\text{Mn}^{2+} + \text{Mn}^{4+} = \text{Mn}^{1+} + \text{Mn}^{5+}$) Redoxreaktion
50. $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ (o.l., 4. Reihe)
($4\text{Fe}^{2+} + 2\text{O}^0 = 2\text{O}_2 + 4\text{Fe}^{3+}$) Redoxreaktion
51. $\text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{CaAl}_2\text{O}_4$



Fünfte Kugel (m.r., grüner Kern)

52. $4Al+6H_2O+O_2 \rightarrow 4Al(OH)_3$ (u.m., 1.Reihe)
 $(4Al^0+6O^2+2O^0=4Al^3+12O^2)$
53. $Cr_2O_3+3KNO_3+2Na_2CO_3 \rightarrow 2Na_2CrO_4+3KNO_2+2CO_2$ ($2Cr^{3+}+3N^{5+}=2Cr^{6+}+3N^{3+}$)
54. $K_2Cr_2O_7+4H_2O_2+H_2SO_4 \rightarrow 2CrO_5+K_2SO_4+5H_2O$ ($2Cr^{6+}+8O^2=2Cr^{5+}+O^2+4O^2$)
55. $(NH_4)_2U_2O_7+6(NH_4)_2CO \rightarrow 2(NH_4)_4[UO_2(CO_3)_3]+6NH_3+3H_2O$ (u.m., 2.R.)
56. $TiO_2+K_2S_2O_7 \rightarrow [TiO]SO_4+K_2SO_4$
57. $ZrO_2+Na_2CO_3 \rightarrow Na_2ZrO_3+CO_2$ (u.m., 3.R.)
58. $Hg_2J_2 \rightarrow Hg+HgJ_2$ ($2Hg^{1+}=Hg^0+Hg^{2+}$)
59. $Hg_2Cl_2+2NH_3 \rightarrow Hg+HgNH_2Cl+NH_4Cl$ ($2Hg^{1+}=Hg^{2+}$)
60. $HgO+2KCN+H_2O \rightarrow Hg(CN)_2+2KOH$ (m.l.)



Sechste Kugel (m.m., brauner Kern)

61. $2HgCl_2+H_3PO_3+H_2O \rightarrow H_3PO_4+2HCl+Hg_2Cl_2$ ($2Hg^{2+}+P^{3+}=P^{5+}+2Hg^{1+}$) (o.m., r, 1. Reihe)
62. $6FeSO_4+3H_2SO_4+2HNO_3 \rightarrow 3FeS_2(SO_4)_3+4H_2O+2NO$ ($6Fe^{2+}+2N^{5+}=6Fe^{3+}+2N^{2+}$)
63. $PCl_3+3H_2O \rightarrow H_3PO_3+3HCl$

Fortsetzung des Textes ,**Chemie**'-Bild (Seite 74)

64. $2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3+H_2O+CO_2$ (m.r., 2.R.)
 Calciniierung
65. $K_4[Fe(CN)_6]+3H_2SO_4 \rightarrow 2K_2SO_4+FeSO_4+6HCN$
66. $2K_3[Cu(CN)_4]+K_2CO_3 \rightarrow 7KCN+KOCN+CO_2+2Cu$
67. $Mg_2Si+4HCl \rightarrow SiH_4+2MgCl_2$ (u.m., l., 3.R.)
68. $2AgBO_2+3H_2O \rightarrow 2H_3BO_3+Ag_2O$
69. $HgCl_2+2KJ \rightarrow HgJ_2+2KCl$ (u.m., 4.Reihe)
70. $CaCO_3 \rightleftharpoons CaO+CO_2$ Kalkbrennen

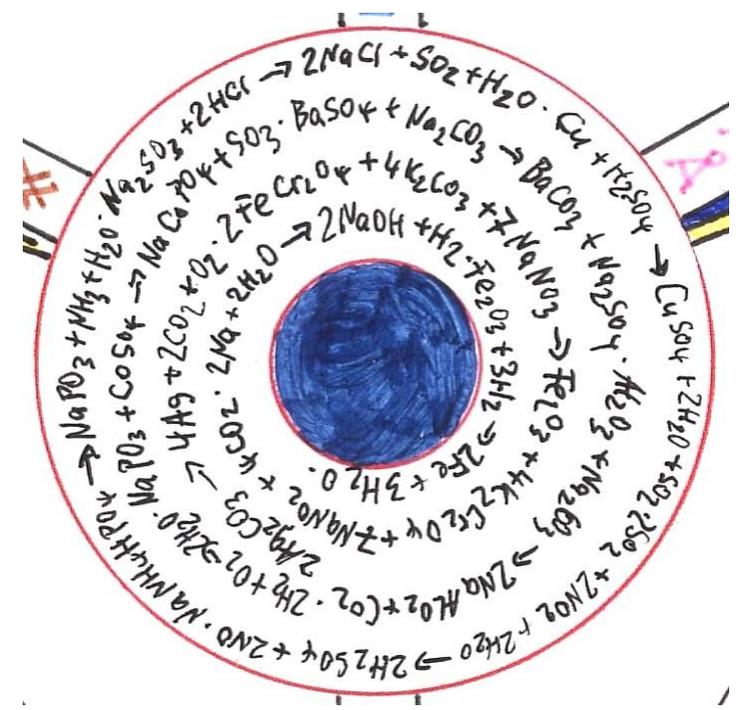
Siebente Kugel (u.l., hellgrüner Kern)

71. $C+H_2 \rightleftharpoons CO+H_2$ (o.l., 1. äußere Reihe)
 $(C^0+2H^{1+}=C^{2+}+2H^0)$ Synthesegasherstellung
72. $Zn+2HCl \rightarrow ZnCl_2+H_2$ ($Zn^0+2H^{1+}=Zn^{2+}+2H^0$)
 Metallauflösung, Salzbildung
73. $Fe_2O_3+H_2 \rightarrow 2Fe+3H_2O$
 $(2Fe^{3+}+6H^0=2Fe^0+6H^{1+})$ hydrierende Metallreduktion
74. $CuO+H_2 \rightarrow Cu+H_2O$
 $(Cu^{2+}+2H^0=Cu^0+2H^{1+})$ hydrierende Metallreduktion
75. $MnSO_4+2NaOH \rightarrow Na_2SO_4+Mn(OH)_2$
76. $4H_2O_2+PbS \rightarrow 4H_2O+PbSO_4$ (m.l., 2. Reihe)
 $(8O^{1+}+S^{2+}=4O^{2+}+S^{6+})$
77. $CaF_2+H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4+2HF$
78. $2Na_2S_2O_3+2J \rightarrow 2NaJ+Na_2S_4O_6$
79. $Ag_2S_2O_3+H_2O$ (m.l., 3.)
80. $K_2S_2O_8+H_2SO_4+H_2O \rightarrow K_2SO_4+H_2SO_4+H_2SO_5$
81. $H_2TeO_3+2H_2S \rightarrow Te+2S+3H_2O$
 $(Te^{4+}+2S^{2+}=Te^0+2S^0)$
82. $2NH_3+H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$ (o.m., 4.Reihe)
 Neutralisation, Salzbildung

Achte Kugel (u.r., hellbrauner Kern)

83. $NH_4OH+2NaOCl \rightarrow 2NaOH+NH_2Cl+HOCl$
 $(N^{3+}+2Cl^{1+}=N^{1+}+Cl^{1+}+Cl^{1+})$ (m.l., 1. äußere Reihe)
84. $NH_2Cl+NH_4OH+NaOH \rightarrow NH_2NH_2+NaCl+2H_2O$
85. $2NaNH_2+N_2O \rightarrow NaN_3+NaOH+NH_3$
86. $3NO_2+H_2O \rightleftharpoons 2HNO_3+NO$ (m.l., 2.Reihe)
 $(3N^{4+}=2N^{5+}+N^{2+})$

87. $2KMnO_4+5NaNO_2+3H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4+2MnSO_4+5NaNO_3+3H_2O$
 $(2Mn^{7+}+5N^{3+}=2Mn^{2+}+5N^{5+})$
88. $(NH_2)HSO_3+HNO_3 \rightarrow H_2SO_4+N_2+H_2O$
 $(N^{1+}+S^{4+}+N^{3+}=S^{6+})$
89. $2O_2+2HJ \rightarrow 2H_2O+2NO+J_2$ (o.m., 3.Reihe)
 $(2N^{3+}+2HNJ^{1+}=2N^{2+}+2J^0)$
90. $8HNO_3+3Zn \rightarrow 3Zn(NO_3)_2+2NO+4H_2O$
 $(2N^{5+}+3Zn^0=3Zn^{2+}+2N^{2+})$
91. $HNO_3+3HCl \rightarrow NOCl+2H_2O+Cl_2$ (o.m., 4.R.)
 $(N^{5+}+3Cl^{1+}=N^{1+}+Cl^{1+}+2Cl^0)$



Neunte Kugel (m.m., dunkelblauer Kern)

92. $Cu+2H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4+2H_2O+SO_2$ (o.r., 1.R.)
 $(Cu^0+S^{6+}=Cu^{2+}+S^{4+})$
93. $2SO_2+2NO_2+2H_2O \rightarrow 2H_2SO_4+2NO$
 $(2S^{4+}+2N^{5+}=2S^{6+}+2N^{2+})$
94. $NaNH_4HPO_4 \rightarrow NaPO_3+NH_3+H_2O$
95. $Na_2SO_3+2HCl \rightarrow 2NaCl+SO_2+H_2O$

weiter Neunte Kugel (m.m., dunkelblauer Kern)

Fortsetzung des Textes zum ,Chemie'-Bild (Seite 74)

95. $\text{BaSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BaCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ (o.m., 1., 2.)
96. $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2$
97. $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ ($2\text{H}^0 + 2\text{O}^0 = 4\text{H}^+ + 2\text{O}^{2-}$)
Knallgasverbrennung, Wasserbildung
98. $\text{NaPO}_3 + \text{CaSO}_4 \rightarrow \text{NaCaPO}_4 + \text{SO}_3$
99. $2\text{Ag}_2\text{CO}_3 \rightarrow 4\text{Ag} + 2\text{CO}_2 + \text{O}_2$ (u.m., 3. Reihe)
($2\text{Ag}^{1+} + 2\text{O}^{2-} = 4\text{Ag}^0 + 2\text{O}^0$)
100. $2\text{FeCr}_2\text{O}_4 + 4\text{K}_2\text{CO}_3 + 7\text{NaNO}_3 \rightarrow$
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_4 + 7\text{NaNO}_2 + 4\text{CO}_2$
Oxydatiobnsschmelze-Aufschluss
101. $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$ (m.l., 4. Reihe)
($2\text{Na}^0 + 2\text{H}^+ = 2\text{Na}^+ + 2\text{H}^0$)
Bildung von Natronlauge
102. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$
($2\text{Fe}^{3+} + 6\text{H}^0 = 2\text{Fe}^0 + 6\text{H}^+$)
hydrierende Metallreduktion

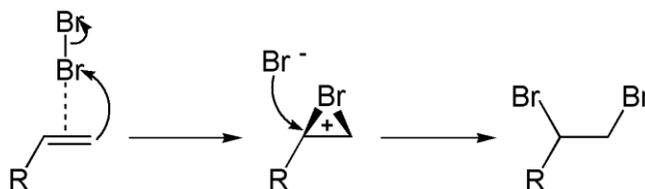
Zehnte Kugel (u.m., orange Kern)

104. $4\text{HCl} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2$ (o.m., 1. Reihe)
($4\text{Cl}^{1+} + 2\text{O}^0 = 2\text{O}^{2-} + 4\text{Cl}^0$) Oxychlorierung

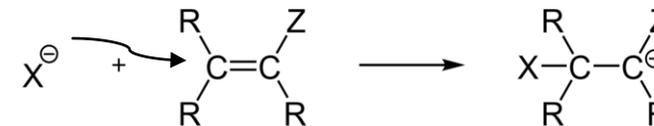


105. $\text{Zn} + \text{S} \rightarrow \text{ZnS}$ ($\text{Zn}^0 + \text{S}^0 = \text{Zn}^{2+} + \text{S}^{2-}$)
106. $4\text{KClO}_3 \rightarrow 4\text{KCl} + 3\text{KClO}_4$
107. $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HCl} + \text{NaHSO}_4$
108. $\text{PbO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{PbCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
($\text{Pb}^{4+} + 4\text{Cl}^{1-} = \text{Pb}^{2+} + 2\text{Cl}^{1-} + 2\text{Cl}^0$)
109. $\text{HCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{AgCl}$ (o.m., 2. Reihe)
110. $\text{CrO}_2\text{Cl}_2 + 4\text{NaOH} \rightarrow 2\text{NaCl} +$
 $\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
111. $2\text{CaOCl}_2 \rightarrow 2\text{CaCl}_2 + \text{O}_2$
($\text{Cl}^{1-} + \text{Cl}^{1+} + 2\text{O}^{2-} = 2\text{Cl}^{1-} + 2\text{O}^0$)
112. $2\text{ClO}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{O}_2$ ($2\text{Cl}^{4+} + 4\text{O}^{2-} = 2\text{Cl}^0 + 4\text{O}^0$)
113. $2\text{HOCl} + 2\text{Hg} \rightarrow (\text{HgCl})_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ (o.m., 3. Reihe)
($2\text{Cl}^{1+} + 2\text{Hg}^0 = 2\text{Hg}^{2+} + 2\text{Cl}^{1-}$)
114. $\text{J}_2 + 5\text{Cl}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 10\text{HCl} + 2\text{HJO}_3$
($2\text{J}^0 + 10\text{Cl}^0 = 10\text{Cl}^{1-} + 2\text{J}^{5+}$)
115. $\text{Zn} + \text{S} \rightarrow \text{ZnS}$ ($\text{Zn}^0 + \text{S}^0 = \text{Zn}^{2+} + \text{S}^{2-}$)
116. $\text{FeS} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$ (o.m., 4. Reihe)
117. $\text{S} + 2\text{NaN}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + 3\text{N}_2$ ($\text{S}^0 + 2\text{N}_3^{1-} = \text{S}^{2-} + 6\text{N}^0$)
118. $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$
($4\text{Fe}^{2+} + \text{S}_2^{2-} + 11\text{O}_2^0 = 4\text{Fe}^{3+} + 8\text{S}^{4+} + 8\text{O}_2^{2-}$)

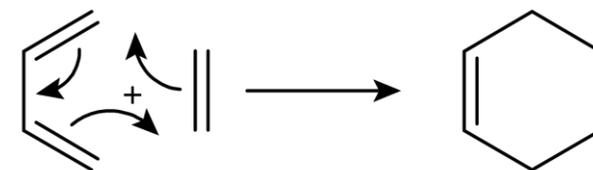
Im Gegensatz zur anorganischen Chemie (wie vorstehend gezeigt) wird in der organischen Chemie wegen der Größe und Komplexheit der Moleküle eher mit Strukturformeln gearbeitet. Die Elektronenbewegungen der Reaktionsmechanismen werden durch Pfeile dargestellt. Das Beispiel einer elektrophilen Addition zeigt den Angriff eines elektronenliebenden Teilchens (Elektrophil) an eine Doppel- oder Dreifachbindung (π -Bindung).^{3c)}



Das Beispiel einer nucleophilen Addition zeigt den Angriff eines Anions X^- oder eine LEWIS-Base (Nucleophil, Elektronendonator).^{3c)}



Bei Cycloadditionen reagieren zwei (oder mehr) ungesättigte Verbindungen unter Ringschluss miteinander. Dabei wird zum Reaktionsmechanismus meist angegeben, wie viele Elektronen beteiligt sind (hier im Beispiel [4+2]-Cycloaddition von Butadien und Ethen zu Cyclohexen).^{3c)}



Die zeichnerische Abrundung des Chemie-Bildes erfolgte neben dem oben bereits Erwähnten durch die Gold- und Silberfelder im Zentrum samt vier alchimistischen Zeichen, wie z.B. zu Calciumoxid (m.m., l.o.) und Zinnerz (m.m., r.u.). Die Verbindungsstränge zwischen den 10 Kreisen der Kabala sind mit 30 vom Zeichner selbst gewählten, sich nicht wiederholenden Phantasiezeichen ausgefüllt.

Das ,Chemie'-Bild im Format 32,5 x 50 cm wurde im März/April 2005 als erstes dieser Reihe gezeichnet.

„Zwischenruf“

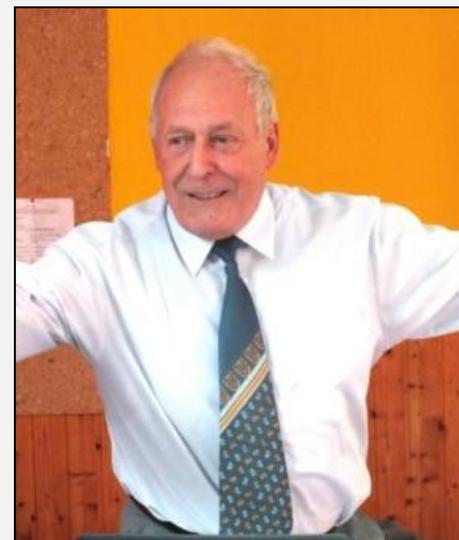
von

Dieter SCHNURPFEIL

Als ich mich 2014-16 Jürgen DUNKELs Bildern zu den Elementen des Periodensystems (PSE, siehe Seite 3) näherte,¹⁾ fand ich darunter auch das 2005 entstandene Bild ‚Chemie‘ (siehe Seiten 3 und 74)^{2a)}. Mir fehlten sofort eine Menge andere Themen ein, die man ebenfalls so darstellen könnte. Es bedurfte aber sicher nicht erst meiner Anregung, dass sich Jürgen dann ab 2019 tatsächlich Themen ausgewählter Lebensbereiche und Wissensgebiete widmete, deren Bilder nun in diesem Buch vorgestellt werden.

Zu den Elemente-Bildern musste ich Jürgens begleitende Notizen ‚nur‘ sinnvoll gliedern nach Historie (Entdecker, Erfinder), Vorkommen, Herstellungstechnologien, Eigenschaften, Reaktionsmöglichkeiten, Verwendungen und Besonderheiten bis hin zu Kuriositäten sowie Angaben zu seiner speziellen Art der Darstellung. Die Herausforderung für mich bestand damals nicht nur in der inhaltlichen Ergänzung, sondern darin, dass ich alle Informationen zum jeweiligen Element auf einer Seite gegenüber dem Bild unterbringen musste. Und jeder, der schreibt, weiß: „*Kürzen fällt immer schwer!*“

Das ist diesmal anders. Die Themen sind so allgemein und umfassend gewählt, dass meine Erklärungen und Erläuterungen, obwohl sie keinem lexikalischen Anspruch folgen, nicht nur auf einer Seite unterzubringen sind, sondern meistens mehrere Seiten umfassen. Dabei habe ich mich bemüht, Zusammenhänge zwischen den Bildern und den jeweiligen Bildgegenständen herzustellen. Vieles wird unseres Lebensweges entsprechend (siehe Autorenavstellungen Seite 101) natürlich aus der Sicht der Chemiker, Naturwissenschaftler und Industrie-Techniker dargestellt. Dass viele Beispiele den Fokus auf Mitteldeutschland richten, ist gewollt.



Ich kann Jürgens Faibel zur Miniaturisierung (siehe „Zwischenruf“ Seite 35) sehr gut nachvollziehen, habe ich doch für meine Vorlesungen und Seminare zur Technischen Chemie und Petrochemie an der Technischen Hochschule ‚Carl Schorlemmer‘ Leuna-Merseburg ebenfalls zu diesem Mittel gegriffen. Es war gar nicht so einfach, den gesamten Inhalt eines Seminars auf einer einzigen Karteikarte unterzubringen. Am Ende habe ich dann Vorlesung oder Seminar doch frei gehalten. Der eigentliche Effekt solch einer Miniaturisierung und des Anfertigns von ‚Spickzetteln‘ ist es nämlich, den Inhalt so zu verinnerlichen, dass man ihn wirklich ‚drauf‘ hat.

Mir haben die Steifzüge durch die ausgewählten Lebensbereiche und Wissensgebiete entlang der bildlichen Darstellungen von Jürgen DUNKEL neben der Arbeit daran auch diesmal wirklich große Freude bereitet.

Dem Leser kann ich nur empfehlen, zuerst das Bild zu betrachten und sich dabei in die Überlegungen des ‚Zeichners‘ einzudenken. Zum weiteren Verständnis kann man sich dann dem Text zuwenden, um doch noch das Eine oder Andere im Bild Versteckte zu entdecken bzw. weitere Informationen zum Thema sowie zusätzliche Anregungen zu erhalten.

„Das Buna-Werk Schkopau“

Ebenso wie das ‚Chemie‘-Bild gehört dieses ‚Buna‘-Bild zu den ersten, die Jürgen DUNKEL 2005/06 gezeichnet hat. Im Stile einer Collage gestaltet, stechen zwei Fotografien sofort ins Auge: Der alles überragende und Carbidstaub ausspuckende ca. 105 m hohe Carbidschornstein mit dem Porträt des jungen Dr. Franz EBSTER, einem exzellenten, von allen geachteten (und immer sonntags im Betrieb anzutreffenden, später ‚Grauer Wolf‘ genannten) Betriebsleiters der Carbidfabrik in Schkopau (**m.m.**)¹⁶⁾ sowie ein Blick in die erste Synthesekautschukfabrik D47 mit den Bandmaschinen A, B und C (**m.r.**), von denen heute noch eine im Technikpark des Deutschen Chemie-Museums (DChM) am Hochschulcampus in Merseburg zu besichtigen ist.

Seit den 1890er Jahren wurde Deutschlands Gummibedarf durch die Einfuhr von Naturkautschuk gedeckt (Naturkautschuk ist ein Isopren-Polymer, Maximum der Importe 1938: 98,8 kt/a). In der Zeit des 1. Weltkrieges zeigte sich die Verwundbarkeit Deutschlands, denn die Naturkautschukimporte aus Brasilien und Fernost waren durch die Seeblockade der Entente-Mächte fast zum Erliegen gekommen (1914-18: insgesamt nur 4.673 t).²¹⁾

Das Buna-Werk ist im April 1936 als Tochter des Ammoniakwerks Merseburg (später ‚Leuna-Werk‘²ⁿ⁾) am heutigen Chemiestandort Schkopau gegründet

worden. In der Gründungsurkunde heißt es: *„Wir legen heute, am 25. April 1936, den Grundstein zu einem neuen Werk der I.G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft und geben ihm den Namen ‚Ammoniakwerk Merseburg G.m.b.H. Werk Schkopau‘. In diesem Werk soll die Herstellung von synthetischem Kautschuk aufgenommen werden, die ermöglicht wurde durch die wissenschaftlichen und technischen Vorarbeiten der Werke Höchst, Leverkusen, Ludwigshafen und Oppau. Diese Erzeugnisstätte soll der deutschen Wirtschaft die Möglichkeit geben, diesen unentbehrlichen Rohstoff unabhängig vom Ausland zu schaffen und dadurch einen Baustein zu liefern für die Wehrhaftmachung unseres deutschen Volkes.“*²¹⁾ (**m.r.**,u.)

Die Wahl des Standortes war zugunsten von Schkopau gefallen wegen der Nähe zum Geiseltal (Verfügbarkeit von Braunkohle für die Energieversorgung), und der Saale (Versorgung mit Kühl- und Reaktionswasser, Abwasserentsorgung) sowie dem Vorhandensein eines geschulten Facharbeiterpotentials, um das allerdings mit dem bereits seit 1916 in der Region arbeitenden Leuna-Werk konkurriert werden musste.²ⁿ⁾ (Analog zur Standortwahl der Leuna-Werke spielten immer noch Überlegungen zur Gefährdung durch ev. französische Luftangriffe eine Rolle). Aus dem Leuna-Werk stand Wasserstoff (H_2) zur Verfügung.

Der Kauf der ersten 89,3 Hektar (ha) Land für die später auf ca. 750 ha (davon 300 ha als Halde) angewachsene, neue Industrieansiedlung erfolgte vom Schkopauer Rittergutsbesitzer Thilo von TROTHA. Hinter vorgehaltener Hand wurde kolportiert, dass mit dem Kauf der eng mit dem Militär und dem Nationalsozialismus verbundenen Familie derer von TROTHA finanziell aus einer misslichen Lage geholfen werden sollte.

Im Gegensatz zu dem 20 Jahre zuvor in Zeiten des 1. Weltkrieges südlich von Merseburg unter Zeitdruck aufgebauten, später als ‚Leuna-Werke‘ bezeichneten und immer wieder erweiterten Ammoniakwerkes,^{2n,o)} ist das Buna-Werk von vornherein fast generalstabsmäßig als Komplex rechtwinkliger Längs- und Querstraßen angelegt worden.²¹⁾ Im Bild ist das sichtbar gemacht durch die Andeutung der Straßen am linken (aufsteigend von Ost nach West die Straßen 1-9) und unteren Bildrand (v.l.n.r. von Süd nach Nord die Straßen A-X).

Der erste in Schkopau synthetisch hergestellte Buna-S-Kautschuk wurde am 25.2.1937 verpackt und danach an die Kunden verschickt.²¹⁾ Der Firmen- und Produktname ‚Buna‘ ist abgeleitet von den Synthesekomponenten **Butadien** (hauptsächlicher und wichtigster Rohstoffbaustein neben Styrol) und **Natrium** (Katalysator für die Polymerisation, **o.m.**).



Die in Schkopau realisierte **Kautschuksynthese** ging von den einheimischen Rohstoffen Kohle und Kalk aus und bedurfte großer Energiemengen. In Elektroöfen (Schmelz-Reduktionsöfen, Sonderform eines Lichtbogenofens,^{3b,17)} **u.m.**) wurde bei 1.800-2.100°C aus Branntkalk (Calciumoxid, **CaO**) und Koks (**C**) Calciumcarbid (**CaC₂**) gewonnen, aus dem dann mit Wasser das Acetylen (UPAC-Nomenklaturname: Ethin, **C₂H₂**) freigesetzt werden konnte (in den Hoch-Zeiten in den 1980er Jahren wurden bis zu eine Million Tonnen [Mio. t] Normalcarbid in Schkopau erzeugt. Das Buna-Werk in Schkopau wurde so zum größten geschlossenen Produktionsstandort für Calciumcarbid in der Welt).

Das infolge seiner Dreifach- π -Bindung sehr reaktionsfreudige Acetylen wurde danach in der ersten Stufe des in Höchst und Leverkusen entwickelten Vier-Stufen-Verfahrens mit Wasser und Quecksilberchlorid (**HgCl₂**) als Katalysator zum Acetaldehyd (**CH₃CHO**) umgesetzt. Als zweite Stufe schloss sich die basenkatalysierte Aldolkondensation zum Acetaldol an (Dimerisierung, alte deutsche Bezeichnung: 3-Oxybutyraldehyd, UPAC-Nomenklatur: 3-Hydroxy-butanal, Sum-

Fortsetzung des Textes zum **„Buna“-Bild (Seite 84)**

In der dritten Stufe erfolgte die Nickelkatalysierte Hydrierung zum Butan-1,3-diol (**C₄H₁₀O₂ / CH₃CH(OH)CH₂CH₂OH**), das in der vierten Stufe an Phosphatkatalysatoren zum Buta-1,3-dien (**C₄H₆ / H₂C=CH-CH=CH₂**) dehydratisiert wurde.

Heute wird Butadien weltweit in den meisten Industrieländern auf petrochemischer Basis beim Crackprozess von Erdölfraktionen bei Temperaturen zwischen 750 und 900°C neben den Hauptprodukten Ethylen und Propylen bzw. durch Hochtemperatur- oder Lichtbogenpyrolyse von Erdgas (Hauptbestandteil: Methan, **CH₄**) oder leichten Erdölfraktionen gewonnen.

An der rechten Bildkante sind die unterschiedlichen, im Buna-Werk Schkopau produzierten Kautschuksorten aufgeführt: reiner Butadien-(Zahlen)-Kautschuk, Styol-Butadien-Kautschuk (Firmenname: Buna-S, engl.: **Styrene Butadiene Rubber/SBR**, Emulsionspolymerisation, ESBR, Produktionsbeginn in Schkopau 1936), Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (Buna-N, 1949), Massepolymerisate, Warmpolymerisate (die Produktion von Warmkautschuk ging seit Mitte der 1960er Jahre in Schkopau in dem Maße zurück, wie die Nachfrage und Produktion von Styren-Butadien-Tiefemperaturkautschuk wuchs),^{2l,p)}

Kaltpolymerisate (cis-1,4-Polybutadien, Pilotanlage B39 1953, Neuanlage C98 1970), ölgestreckte Kaltpolymerisate und Kautschuk-Latices (**m.r.** bis **u.r.**). Mit ca. 148 kt/a erreichte die Kautschukproduktion im

Buna-Werk Schkopau im Jahr 1980 ihre höchste Leistung.^{2l)}

Neben den im Zeitraum 1995-2000 rekonstruierten Altanlagen ESBR und cis-1,4-Polybutadien standen am Standort Schkopau ab 2000 in der Dow Olefinverbund GmbH nach japanischer Lizenz erbaute Neuanlagen für die Lösungspolymerisation zur Verfügung (Solution Styrene Butadiene Rubber, SSBR, der Kautschuk-Geschäftszweig ging 2010 über auf die Firmen Styron bzw. Trinseo).^{2q)}

Der aus DDR-Zeiten stammende Slogan ‚Kampf um Karbid‘ (**u.m.**) erinnert daran, welche große Bedeutung die Carbid- und Acetylenherzeugung auf der Basis einheimischer Rohstoffe für das Buna-Werk und die gesamte DDR hatte (1 Mio. t Calciumcarbid entsprachen etwa dem Rohstoffpotential von 5 Mio. t Erdöl, die für die DDR auf dem Weltmarkt über die bereits aus der Sowjetunion und Nahost bezogenen 19-21 Mio. t hinaus nur schwer zu besorgen waren. Das erklärt auch etwas das zu lange Festhalten an der Carbidchemie).

Ab den 1950/60er Jahren ersetzte man den teuren Import-Steinkohlenkoks schrittweise durch **Braunkohlenhochtemperatur (BHT)-Koks**, der unter Leitung von Georg BILKENROTH (1898-1982)^{3a)} und Erich RAMMLER (1901-86) entwickelt und ab 1952 in der Großkokerei Lauchhammer (Niederlausitz) hergestellt worden ist.

Bis Ende der 1960er Jahre stellte das Buna-Werk Schkopau seine Produkte zu etwa 85% auf dieser carbochemischen Rohstoffbasis her. Erst Mitte

der 1980er Jahre erreichte man in Schkopau ein 50:50%-Verhältnis von carbo- und petrochemischer Rohstoffbasis (Butadien kam aus den petrochemischen Anlagen in Leuna und Böhlen).^{2r)}

Über das gesamte Buna-Bild ist zeichnerisch ein Spinnennetz ausgebreitet, das anstelle eines Stammbaumes (siehe Seite 92) die Stoffklassen der Buna-Produktpalette und die Formeln einzelner Produkte der in Schkopau erzeugten Chemieprodukte wiedergibt (auf diese bildhafte Art zeigt Jürgen, dass die Produktionen sehr weitgehend miteinander verknüpft sind. Im Text werden die Formeln ohne Angabe der Stellung im Spinnennetz wie vorstehend so auch nachfolgend jeweils in Klammern angegeben).

Der Hauptstrang der im Buna-Werk Schkopau betriebenen Chemieproduktionen war die bereits beschriebene Herstellung von **synthetischem Kautschuk**, ausgehend von Koks (C) und Kalk (CaO) über Calciumcarbid (CaC₂), Acetylen (C₂H₂) und Acetaldehyd (CH₃CHO) bis zum Butadien (H₂C=CHCH=CH₂) und dessen Polymerisation.

Acetaldehyd erwies sich nicht nur als ein wichtiges Zwischenprodukt für die Kautschuksynthese sondern war selbst wichtiges Ausgangsprodukt für die Herstellung einer ganzen Palette von **Acetatlösungsmitteln** (Lackindustrie).

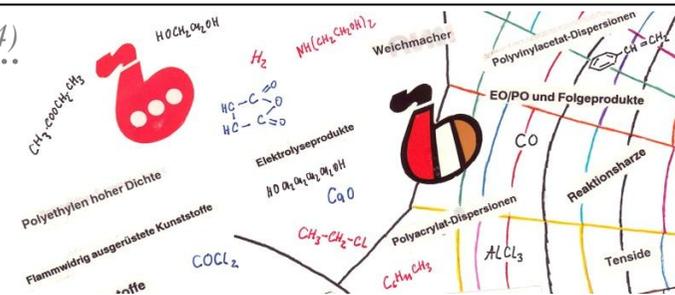
Acetaldehyd lässt sich durch Manganacetat katalysiert bei 100°C in flüssiger Phase zur Essigsäure (Ethansäure, CH₃COOH) oxidieren, die ihrerseits mit Alkoholen zu Acetaten umgesetzt werden kann.

Fortsetzung des Textes zum ‚Buna‘-Bild (Seite 84)

Die fruchtig riechenden und farblosen Flüssigkeiten des Ethylacetats (Essigsäureethylester, C₄H₈O₂ / CH₃COOCH₂CH₃) und des Butylacetats (Essigsäure-n-butylester, C₆H₁₂O₂ / CH₃COO(CH₂)₃CH₃) sind begehrte Lösungsmittel für Lacke und Farben. Das dafür notwendige Ethanol (CH₃CH₂OH) wurde als Gärungsalkohol (Sprit) oder durch Hydratisierung des Acetylen gewonnen. Ein Teil konnte auch in der Stufe vom Acetaldehyd zum Butandiol (s.o.) durch die Hydrierung des nicht umgesetzten Acetaldehyds gewonnenen werden.¹⁸⁾ Das n-Butanol (CH₃(CH₂)₃OH) fiel in diesem Hydrierprozess je nach Reaktionsbedingungen mit bis zu 20% als Nebenprodukt an. Der aus dem Aldol über die Zwischenstufe Acetaldehyd (s.o.) intermediär gebildete Crotonaldehyd (trans-2-Butenal, C₄H₆O / CH₃CH=CHCHO) wurde dabei zu Butanol hydriert und konnte bei der Acetaldehydestillation isoliert werden (s.o.).

In dieser Prozessstufe entstand über mehrere Zwischenverbindungen auch das 2-Ethylhexanol (C₈H₁₈O / CH₃(CH₂)₃CH(C₂H₅)CH₂OH), das nicht so sehr als Lösungsmittel¹⁸⁾, jedoch im werksinternen Einsatz bei der Synthese des Weichmachers Dioctylphthlata (DOP, s.u.) Bedeutung erlangte.

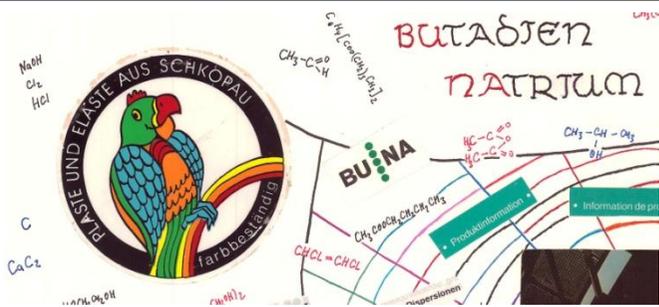
Das interessante und vielfältig einsetzbare, lineare 1,4-Butandiol (C₄H₁₀O₂ / HO(CH₂)₄OH) ist nach dem Ethylierungsverfahren des BASF-Chemikers Walter REPPE (1892-1969) aus Acetylen und



Formaldehyd an Kupfer-I-acetylid-Katalysatoren auch in Schkopau produziert worden.

Durch Umsetzung von Essigsäure mit Acetylen wurde Allylacetat (CH₃COOCH=CH₂) hergestellt, aus dem durch säurekatalysierte Hydrolyse Allylalkohol (2-Propenol, H₂C=CHOH) zugänglich war (Zwischenprodukt für die pharmazeutische Industrie).

Bereits seit 1943 produziert, wurde 1948 ein neues Verfahren zur Herstellung von Reinaceton (Dimethylketon, nach IUPAC-Nomenklatur: Propanon, CH₃COCH₃) auf carbochemischer Basis durch Decarboxylierung von Essigsäuredämpfen an einem Cer-Kontakt in Betrieb genommen,^{2s)} das dann aber mit der Inbetriebnahme der auf petrochemischer Basis in Leuna errichteten Cumolhydroperoxidanlage zur Phenolsynthese für den Caprolactamprozess²¹⁾ und dem dabei auftretenden Zwangsanfall großer Mengen Aceton in den 1970er Jahren im Leuna-Werk II eingestellt wurde. Durch Hydrierung von Aceton konnte Isopropanol (Propan-2-ol, C₃H₈O / H₃CCH(OH)CH₃) erzeugt werden. Beide Lösungsmittel besaßen durch diese Synthesewege ausgehend vom Acetylen eine sehr hohe chemische Reinheit.¹⁸⁾



Fortsetzung des Textes zum ‚Buna‘-Bild (Seite 84)

von Acrylat-Dispersionen den Bedarf bei weitem nicht decken konnte, sind auch für außen modifizierte PVAc-Dispersionen eingesetzt worden.^{2u)} Das hässliche Abblättern der Farbe bereits nach kurzer Standzeit hat man, wie so Vieles andere auch, in Kauf genommen.

1994-96 wurde eine Anlage zur Herstellung von Dispersionspulvern gebaut und 2000/01 zwei neue Reaktorlinien zur Erzeugung von Vinylacetat-Ethylen (VAE)-Druckpolymerisaten.^{2r)} Diese Anlagen waren die einzigen aus der ehemaligen (kleinsten) Betriebsdirektion **Organische Zwischenprodukte (OSP)** des Buna-Werkes, die sehr gut ins Portfolio der Dow passten und in diesem Konzern eine Zukunft bekamen (heute DuPont).

1956 hat man im Rahmen des DDR-Chemiefaserprogramms in Kooperation mit der Filmfabrik Wolfen und dem Leuna-Werk die Acrylnitrilfabrik (ACN, UPAC-Nomenklatur: Prop-2-ennitril, C_3H_3N / $H_2C=CHCN$) gebaut und in Betrieb genommen. Die Umsetzung von Acetylen mit Blausäure (Cyanwasserstoffsäure, HCN) erfolgte homogen katalysiert mit einem NIEUWLAND-Kontakt in Turmreaktoren im Bau F77, während die Blausäure ausgehend von Formaldehyd (aus dem Leuna-Werk) in F79 erzeugt wurde.

Autor Dieter SCHNURPFEIL hat nach dem Abitur im Jahre 1960 in der Filmfabrik Wolfen kurz

als Hilfsarbeiter an der Inbetriebnahme eines neuen Produktionsstranges in der Wolcrylon (Wolfener Name für die ACN-Faser, die später DDR-einheitlich als Wolpryla-Faser bezeichnet worden ist)-Fabrik teilgenommen, nicht ahnend, dass er sich 20 Jahre später als promovierter und habilitierter Chemiker in der Funktion des Forschers und Rationalisators aktiv an der Behebung von durch Verschleiß eingetretenen Produktionsstörungen in der ACN-Fabrik des Buna-Werkes Schkopau wiederfinden würde.

Obwohl im PCK Schwedt bereits eine Importanlage zur Herstellung von ACN auf petrochemischer Basis ausgehend vom Propylen arbeitete und mit ca. 5.500 Mark der Deutschen Notenbank (MDN)/t etwa 2.200 Mark kostengünstiger war als das auf carbochemischem Wege über das Acetylen erzeugte ACN, wurde in Schkopau weiter produziert, um den Anforderungen der Textilindustrie gerecht werden zu können. Erst ein starker Wintereinbruch Mitte der 1980er Jahre führte zur Produktionseinstellung.^{2w)}

Von Anfang an bemühte man sich um ein zweites und drittes Standbein. Im ‚Buna-Vertrag‘ vom 17.12.1937 heißt es unter Punkt 1: *„Unser Verlangen, den Buna-Preis so billig wie möglich zu gestalten, verwies uns daher auf den einzig möglichen Weg der Schaffung einer Verbundwirtschaft zwischen Buna-Betrieb und weiteren Fabrikationsbetrieben.“*^{2e)}

Zu DDR-Zeiten erwiesen sich die Lösungsmittel (insbesondere die Acetatlösemittel) als Devisenbringer für die gesamte Volkswirtschaft. Allerdings wurde bei der staatlichen Umverteilung der Erlöse viel zu wenig für den Erhalt der technischen Produktionsbasis des Buna-Werkes zur Verfügung gestellt, so dass über die Jahrzehnte ein steter Verfall der Anlagen nicht aufzuhalten war.

Zur Herstellung von Vinylacetat (Vina, Ethenylacetat, $C_4H_6O_2$ / $H_3CCOOCH=CH_2$) hat man nach einer Pilotanlage 1949 in F31 und einer Versuchsanlage 1954 in G47 im Jahr 1959 in F78 eine Neuanlage zur heterogen-katalysierten Umsetzung von Acetylen mit Essigsäure in FISCHER-TROPSCH-Öfen erbaut. Vinylacetat ist das Ausgangsprodukt für die Herstellung von Polyvinylacetaten (PVAc) für die Lackindustrie (Produktion ab 1962 in E104, die dafür notwendigen Polyvinylalkohole, PVAI, wurden in F103 produziert).^{2u,v)}

PVAc-Dispersionen sind leicht verseifbar, wasserempfindlich und daher eigentlich nur für Innenanstriche geeignet. Da die in einer Pilotanlage



Fortsetzung des Textes zum ‚Buna‘-Bild (Seite 84)

Produktname ‚Buna‘ bis zum heutigen Tag von Vielen als Ortsangabe benutzt wird, z.B. „das Chemiedreieck Leuna - Buna - Bitterfeld“).

Wegen der Knappheit des Gefrierschutzmittels (um das Aufkommen an Ethylenglykol konkurrierte mit gewichtigen Argumenten auch die Faserindustrie) erhielt das Buna-Werk Schkopau den staatlichen Auftrag, ein Regenerierungsverfahren für gebrauchte Gefrierschutzmittel zu entwickeln. Das von Dr. Lutz MÖGLING (*1941, Miterfinder und -erbauer der in den 1970er Jahren neu errichteten Schkopauer Glykolanlage) entwickelte Verfahren wurde in den 1980er Jahren in der gesamten DDR eingeführt und per staatlicher Order auch flächendeckend praktiziert.^{2e)}

Das Ethylenoxid (EO) war neben der Herstellung der Glykole (Mono-, Di- und Triglykol: Monoethylenglykol, nach IUPAC-Nomenklatur: Ethan-1,2-diol, $C_2H_6O_2$ / $HOCH_2CH_2OH$, Diethylenglykol, 2-(2-Hydroxyethoxy)ethanol, $C_4H_{10}O_3$ / $HO(CH_2)_2O(CH_2)_2OH$ und Triethylenglykol, 2-[2-(2-Hydroxyethoxy)ethoxy]ethanol, $C_6H_{14}O_4$ / $HO(CH_2)_2O(CH_2)_2O(CH_2)_2OH$) auch Ausgangsprodukt für die Herstellung der Ethanolamine (Mono-, Di- und Triethanolamin, nach IUPAC-Nomenklatur: 2-Aminoethan-1-ol, $NH_2CH_2CH_2OH$, 2-[(2-Hydroxyethyl)amino]ethan-1-ol, $NH(CH_2CH_2OH)_2$ und 2,2',2''-Nitrilotriethanol, $N(CH_2CH_2OH)_3$). Ihr Anwendungsspektrum ist breit gefächert.^{3b)}

Unverzichtbar war das EO auch bei der Herstellung der nichtionogenen Tenside und Erdölhilfs-

mittel. In der Hoch-Zeit dieser Produktion in den 1980er Jahren verließen bis zu 20 kt/a Erdölhilfsmittel die Produktionsgebäude F45 und E45 in Richtung Sowjetunion.

Dem weltweiten Trend folgend, wurde Mitte der 1970er Jahre in Schkopau von der österreichischen Firma Voest-Alpine nach einem Verfahren der US-Firma Scientific Design Corporation (SDC, heterogene Silberkatalyse in Röhrenöfen) eine neue EO-Anlage auf dem Baufeld L130 erbaut. Die ursprünglich für 80 kt/a konzipierte Anlage erreichte bis zu ihrer Außerbetriebnahme im Jahre 2001 ihre Leistungsspitze mit 102 kt/a.^{2e)}

Nach Einstellung der EO-Fabrikation 1969/70 in H51 hat man die Chlorhydrinanlage (ebenfalls einem weltweiten Trend folgend) 1971 umgestellt auf die Fabrikation von Propylenoxid (PO, 1,2-Epoxypropan, C_3H_6O). In den Folgejahren diente die PO-Produktion im eigenen Hause zur Herstellung von Propylenglykolen (1,2-Propandiol, $C_3H_8O_2$ / $CH_3CH(OH)CH_2OH$ und isomere Dipropylenglykole, $C_6H_{14}O_3$) sowie der nichtionogenen Tenside. Die Hauptmenge PO ging zur Polyurethanherstellung ins Synthesewerk Schwarzheide/Niederlausitz.

Durch ständige Rekonstruktionsmaßnahmen stieg die PO-Produktion von 9 kt/a 1971 auf 21 kt/a 1973 und 45 kt/a 1981/83. Die höchste Kapazitätsauslastung wurde 1984 mit 48,1 kt/a erreicht.^{2e)}

Durch Hydrochlorierung von reinem Methanol und unvergälltem Ethanol wurden hochreines Chlormethan (Methylchlorid, CH_3Cl) und Chlorethan (Ethylchlorid, CH_3CH_2Cl , Neubau 1958, G87/89) erzeugt.

Gleich zu Beginn des Werksaufbaus benötigte man Chlor dringend auch für die Ethylenchlorhydrinsynthese ($CICH_2CH_2OH$), die über das Ethylenoxid (Oxiran, 1,2-Epoxyethan, C_2H_4O) zum Ethylenglykol (Ethan-1,2-diol, $C_2H_6O_2$ / $HOCH_2CH_2OH$) führt. Bereits im Herbst 1937 ist mit dem Bau dieser Sonderanlage des OKH (Oberkommando des Heeres) begonnen worden, die ähnlich wie die Kautschukanlage Gummi als kriegswichtiges Produkt **Gefrierschutzmittel** produziert hat.^{2e)}

Dieses, mit einem einfachen, dem damaligen Stand der Technik entsprechenden Inhibitorsystem ausgestattete Kühlerfrostschutzmittel¹⁹⁾ wurde in der DDR bis 1989 in einer Größenordnung von bis zu 10.000 Tonnen/Jahr unter dem Namen ‚Glystantin‘ produziert. Schon dies allein ein Kuriosum, gibt es dazu noch zwei weitere: Der Buna-Produktname ‚Glystantin‘ wurde dadurch in der DDR zum Wort für Kühlerfrostschutzmittel schlechthin (ebenso wie der Firmen- und

Verfahren und ihre Technologien veralten in unserer schnelllebigen Welt oft nach sehr kurzer Zeit und werden vom technischen Fortschritt ins Abseits gestellt. Normalerweise geht man heute davon aus, dass chemische Technologien einen Lebenszyklus von ca. 15 Jahren haben. Um so bemerkenswerter ist die Tatsache, dass nach dem altherwürdigen Chlorhydrinverfahren, 1919 von Moses GOMBERG (1866-1947) für das Ethylen und 1929 von Gerhard SCHRADER (1903-90) für das Propylen ausgearbeitet, bis heute immer noch etwa die Hälfte des weltweit hergestellten PO's erzeugt wird (auch wenn deutliche Veränderungen an einzelnen Technologieschritten stattgefunden haben).

In der Privatisierungsphase der Buna-Werke Schkopau in der ersten Hälfte der 1990er Jahre^{2bb)} wurde unter Leitung von Bernhard H. BRÜMMER (*1935)²⁰⁾ ein Konzept für den Ausbau der Chlorchemie erarbeitet, in dessen Folge auch Investitionsanträge für den Bau einer 120 kt/a PO-Anlage und einer 54 kt/a PO-Folgeprodukte-Anlage gestellt wurden (davon 20 kt/a Propylenglykole und 34 kt/a Propylenglykolether. Durch Entscheidung der Dow sind diese Investitionen nicht getätigt worden).^{2e,r)}

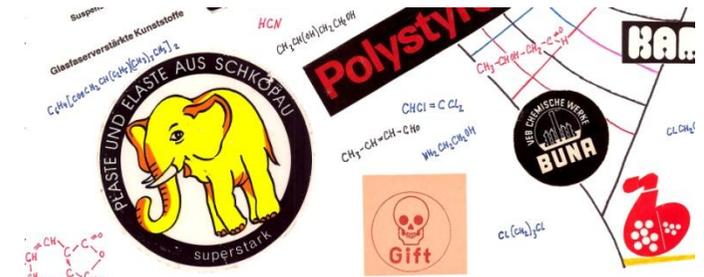
Ein dritter Hauptstrang ergab sich im Buna-Werk Schkopau ausgehend von aromatischen Kohlenwasserstoffen. Auf der Basis von Benzol (Benzen, C_6H_6 , früher carbo-, später petrochemisch erzeugt) wurde in einer Friedel-Crafts-Alkylierung, durch

Fortsetzung des Textes zum ‚Buna‘-Bild (Seite 84)

Aluminiumtrichlorid ($AlCl_3$)-katalysiert, Ethylen an Benzol angelagert. Dabei entsteht Ethylbenzol (Ethylbenzen, $C_2H_5C_6H_5$), das über einem alkalischen Eisen-II-kontakt zum Styrol (Styren, $CH_2=CHC_6H_5$) dehydriert und dann zum Polystrol polymerisiert werden kann.^{2cc,dd)} Nebenbei fielen als Lösungsmittel Reinbenzol und Reintoluol an (Toluen, $CH_3C_6H_5$) sowie das durch Hydrierung des Toluols zu gewinnende Methylcyclohexan ($CH_3C_6H_{11}$).

Ausgehend vom Naphthalin (Naphthalen, $C_{10}H_8$) wurde ab den 1950er Jahren durch Oxidation mit Oleum (hochkonzentrierte, ‚rauchende‘ und sehr stark ätzende Schwefelsäure H_2SO_4 mit unterschiedlichen Anteilen von gelöstem SO_3) über das Phthalsäureanhydrid (PSA, 2-Benzo-furan-1,3-dion, $C_8H_4O_3$) die ortho-Phthalsäure (1,2-Benzoldicarbonsäure, $C_8H_6O_4$) hergestellt, die dann mit verschiedenen Alkoholen zu Weichmachern und mit Diolen zu ungesättigten Polyesterharzen (UP-Harze) umgesetzt worden sind.

Die Weichmacher wurden in F16 produziert (Dimethylphthalat, $C_{10}H_{10}O_4$ / $C_6H_4(COOCH_3)_2$, Diethyl-, $C_{12}H_{14}O_4$, Di-iso-propyl-, $C_{14}H_{18}O_2$ und Dibutylphthalat, $C_{16}H_{22}O_4$ / $C_6H_4(COO[CH_2]_3CH_3)_2$). Diese Palette von Phthalatweichmachern, darunter vor allem das Dioctylphthalat (DOP, Diethylhexylphthalat, Bis(2-ethylhexyl)phthalat, $C_{24}H_{38}O_4$ / $C_6H_4(COOCH_2CH[C_2H_5](CH_2)_3CH_3)_2$), ist bis Anfang der 1990er Jahre in Schkopau produziert worden. Das zur DOP-



Synthese eingesetzte 2-Ethylhexanol ($C_8H_{18}O$ / $CH_3(CH_2)_3CH(C_2H_5)CH_2OH$) kam aus der Aldolstufe des Vier-Stufen-Verfahrens (s.o.). Besonders die niedermolekularen Phthalate sind gesundheitlich problematisch, da sie im Verdacht stehen, wie Hormone zu wirken und Schädigungen beim Menschen hervorzurufen. Solche Phthalatweichmacher werden heute in fortgeschrittenen Industrieländern nicht mehr produziert und eingesetzt. Durch Umsetzung von Phthalsäure- und Maleinsäureanhydrid (MSA, Furan-2,5-dion, $C_4H_2O_3$). In den 1960/70er Jahren wurden in Schkopau Importanlagen auf Basis von Benzol für MSA und o-Xylol für PSA in Betrieb genommen) mit den im Buna-Werk vorhandenen Diolen (s.o.) wurde eine Palette von mehr als 20 ungesättigten Polyestern bereitgestellt, die für die Herstellung von Bauteilen für die Elektronik- und Fahrzeugindustrie, Schiffbau, chemische Industrie und Landwirtschaft vermarktet worden sind.

Unter dem Slogan „Plaste und Elaste aus Schkopau“ warb das Buna-Kombinat in den 1980er Jahren u.a. mit Aufklebern für seine Produkte: ‚bärenstark‘, ‚wasserfest‘, ‚farbbeständig‘, ‚superstark‘ (an den Ecken **u.r.** links herum bis **u.l.**).

In den 1930-50er Jahren brannten die Gründungsväter des Buna-Werkes für die Carbidadacetylenchemie und sahen im Wettbewerb mit der Olefinchemie durchaus gute Chancen.

Anfang der 1990er Jahre fand Dieter SCHNUR-PFEIL bei seinen Recherchen im alten Buna-Werksarchiv das nebenstehende, für die 1950er Jahre geltende, handschriftliche Produktionsschema der Buna-Werke, das die Entstehung und vor allem die Verknüpfungen der (zum größten Teil im Spinnennetz des Buna-Bildes und im begleitenden Text als Formeln zu sehenden) Buna-Produkte für den Leser nachvollziehbar macht. Bei diesem handschriftlichen Stammbaum der Buna-Produkte handelt es sich höchstwahrscheinlich um eine Ausarbeitung für seine Vorlesungen, die Prof. Dr. Dr. h.c. Johannes NELLES (1910-68), der langjährige Werkleiter der Chemischen Werke Buna (1945-67)^{2ee)} in den 1950er Jahren an der TH für Chemie Leuna-Merseburg (THLM) gehalten hat.

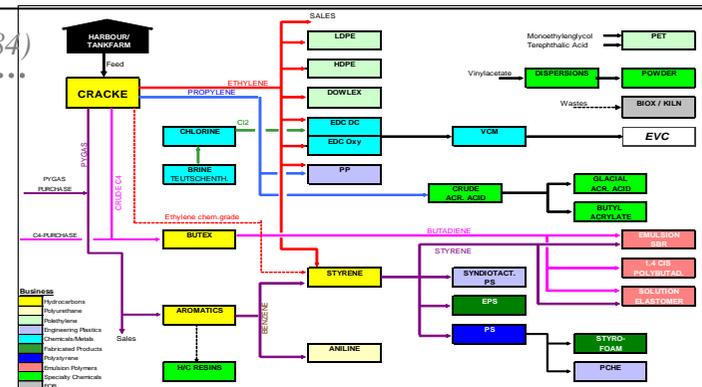
In den 1950/60er Jahren war der Wettbewerb Acetylen- kontra Olefinchemie zugunsten letzterer entschieden. Die Produktionsselbstkosten einer Tonne nach dem Carbidgefahren hergestellten Acetylens betragen 1966 **1.578,44** Mark/t (die BASF erzeugte zu dieser Zeit Acetylen petrochemisch durch Lichtbogenpyrolyse aus Erdölfractionen zu 809 DM/t). Aber der Gestehungspreis für eine Tonne Ethylen hat damals bei nur ca. 400 DM/t gelegen. Die Umweltprobleme nahmen zu. Der durch den

Fortsetzung des Textes zum ‚Buna‘-Bild (Seite 84)

Carbidprozess verursachte Ausstoß von Kalkstaub stieg mit Erweiterung der Produktion zunehmend an. Erhöhung der Schornsteine^{2ff)} verlagerten das Problem aus der näheren Umgebung bei Westwind nur nach Leipzig oder je nach Windlage auch bis nach Norwegen, Schweden oder Frankreich (was internationale Proteste hervorrief).

Als Pendant zur Leunaer Hochdruck-Polyethylenanlage für die Produktion von Polyethylen (PE) niedriger Dichte („low density“, LDPE)^{2gg, hh)} wurde in Schkopau im Mai 1973 eine Niederdruck-Polyethylen-(Import)anlage für die Erzeugung von PE hoher Dichte (HDPE) in Betrieb genommen. Das Ethylen kam aus Leuna.

Interessant ist, dass es, lange bevor es die BSL Olefinverbund GmbH gab, bereits ein Olefinverbund zwischen Leuna und Schkopau existierte. 1939-41 lieferte das Leuna-Werk insgesamt 13,3 kt Ethylen nach Schkopau. 1939/40 nahm man im Buna-Werk Schkopau die Ethylenherzeugung durch katalysierte Hydrierung von Acetylen in F16/F30 auf und lieferte 1943 die ersten 314 t nach Leuna. Im Zeitraum 1963-67 (Vorbereitung und Inbetriebnahme der Leunaer LDPE-Anlage)^{2gg)} versorgte das Buna-Werk Leuna mit insgesamt 22,3 kt Ethylen. Nach Inbetriebnahme des Crackers im Werkteil 2 flossen 1968-70 ca. 70 kt/a Ethylen von Leuna nach Schkopau.²ⁱⁱ⁾



Der BSL Olefinverbund der 1990er Jahre basierte rohstoffseitig auf den im Böhlener Naphtha-Cracker erzeugten Ethylen (rote Linien im obigen, kleinen Produktschema), Propylen (blaue Linien) sowie der C₄-(Butadien, pinke Linien) und Pyrolysebenzinfraction (Aromaten, braune Linien).^{2r, 21, 22)}

1989 stellte das Kombinat VEB Chemische Werke Buna ca. 2.500 Produkte in 850 verschiedenen Erzeugnisgruppen her und exportierte in 28 Länder der Welt. Zeichner Jürgen DUNKEL, der auch ein Briefmarkenliebhaber ist, stellt uns die Exportländer an Hand ihrer Briefmarken vor (von **o.l.** nach **o.r.**): Ägypten, Finnland, Dänemark, Rumänien, Jugoslawien, Polen, Tschechoslowakei, Italien, Japan, Ungarn, Brasilien, Frankreich, Kuba, Irland, Türkei, Australien, Argentinien, Indien, Portugal, Spanien, Bulgarien, Kanada, Belgien, USA, Niederlande, Sowjetunion, Norwegen und Schweiz.

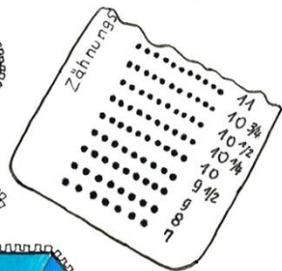
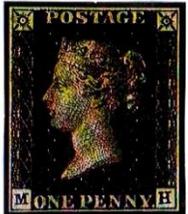
Das ‚Buna‘-Bild im Format 70x50 cm wurde 2005/2006 gezeichnet.



INNIGE BESCHÄFTIGUNG MIT DEN ZUR FRANKIRUNG DIENENDEN



FREUND DESSEN, WAS FREI VON ABGABEN IST



„Philatelie“

Erholen wir uns einen Moment von Technik und Wissenschaft, von den Formeln und Fachbegriffen und wenden wir uns einem ‚Hobby‘ zu, dem Sammeln von Briefmarken (deutete sich schon im Buna-Bild an). Der 1864 von Georges HERPIN geprägte Begriff ‚Philatelie‘ (Briefmarkenkunde),^{3a,b)} ist im Bild dargestellt durch Briefmarken aus Polen (Polska), der Schweiz (Helvetia), Indonesien, dem Libanon (Liban), Australien (Australia), Tunesien (Tunesienne), Spanien (España), Litauen (Lietuva), Island und Irland (Eire, o.I. bis o.R.).

Unser Zeichner Jürgen DUNKEL hat das Bild insgesamt als Briefmarke gestaltet, die oberen Ecken links und rechts mit Mustern versehen und uns unter drei Musterleisten Sinnsprüche mitgegeben, die den Briefmarkensammler und sein Hobby aus seiner Sicht charakterisieren: „Freund dessen, was nie endet“ (o.R.), „Innige Beschäftigung mit den zur Frankierung dienenden“ (m.I.) und „Freund dessen, was frei von Abgaben ist“ (m.R.).

Früher hielten Eltern ihre Kinder zum Briefmarkensammeln an, damit sie fremde Länder kennenlernten. Heute informieren sich schon die Jüngsten viel schneller und dazu noch umfangreicher mit ihrem ‚smartphone‘ bei Wikipedia bzw. im Internet.

Zum Briefmarkensammeln braucht es nicht sehr viel. Neben einer Schüssel Wasser zum Briefmarkenablösen, einer saugfähigen Trocknungsunterlage und einem dicken Buch zum Pressen der Marken (wenn man die Briefmarken nicht druckfrisch kauft, sondern von erhaltenen Briefen oder Postkarten ablöst) genügen als Handwerkszeug eine Pinzette (o.m.) zum vorsichtigen Anfassen der Marken, eine Lupe (o.R.) zum Betrachten der Zahnung und Lesen der Aufschriften sowie ein Zähnungsschlüssel (m.R.) Hilfreich ist ein Steckalbum für die Marken. Handelsübliches, für ein professionelles Sammeln unentbehrliches Zubehör sind Briefmarkenalben, die unter den Namen ‚ABRIA‘ (m.I.) und ‚SCHAUBEK‘ (m.R.,u.) firmieren.

Die erste und älteste Briefmarke der Welt ist die im Vereinigten Königreich Großbritannien (UK, United Kingdom) am 6.5.1840 herausgegebene ‚One Penny Black‘. Die mit schwarzer Farbe und dem Profil der Königin Victoria gedruckte Marke hat einen Nominalwert von einem Penny, ist heute aber sehr viel mehr wert (m.R.).

Gegenüber auf der linken Seite des Bildes die erste deutsche Briefmarke im Wert von einem Kreuzer. Die am 1.11.1841 vom Königreich Bayern herausgegebene Marke ist auf handgeschöpftem Papier gedruckt, geschnitten und wird unter dem Namen ‚Schwarzer Einser‘ geführt (m.I.).

In der Mitte des Bildes eine der wertvollsten Briefmarken der Welt, die 1847 von der britischen Kronkolonie ausgegebene ‚Blaue Mauritius‘ (neben der ‚Roten Mauritius‘, o.m.). Abgebildet ist die britische Königin mit Kopf und Hals im Profil und mit Diadem. Von den insgesamt 500 gedruckten Marken der ‚Blauen Mauritius‘ gibt es heute nur noch 12. Die im Bild dargestellte Marke stammt aus der zweiten Serie. Ihr Nominalwert beträgt zwei Pence, ihr Sammlerwert wird heute mit bis zu einer Million Euro veranschlagt. Wieviel eine Briefmarke heute wert ist, kann professionell geführten Briefmarkenkatalogen entnommen werden (‚LIPSIA‘-Kataloge, o.m.).

Briefmarken müssen nicht immer quadratisch oder rechteckig sein. Jürgen DUNKEL hat 21 verschiedene Briefmarkenformen aus Ländern herausgesucht (u.I., von links oben beginnend): drei ineinander greifende Kreise und darunter ein Achteck aus Sierra Leone, daneben ein unregelmäßiges Sechseck aus China, eine tropfenförmige Marke aus Litauen, eine wehende Fahne aus Kanada und ein ineinander verschlungener Doppelkreis aus Nordkorea (u.I., weiter: unten rechts, wieder von links oben beginnend): zwei normale Muster, ein Kreis mit drei Punkten aus Togo, darunter ein Achteck, ein Fünfeck aus Hongkong, ein Dreieck aus Ungarn, Fünfeck und Viereck aus Indonesien, 95

auf der Spitze stehendes Fünfeck aus den Arabischen Emiraten, unregelmäßiges Fünfeck aus Malta, auf der Spitze stehendes Viereck mit einem T aus Katar, zwei Achtecke, liegender Rhombus aus Indonesien und auf der Spitze stehender aus Costa Rica (**u.r.**).

In Deutschland lautet die amtliche Bezeichnung für Briefmarken ‚Postwertzeichen‘. Die Herausgabe dieser hoheitlichen Wertzeichen erfolgt durch das Bundesfinanzministerium. Das alles weist darauf hin, dass Briefmarken nicht nur eine zentral einzuziehende Gebühr für eine Beförderungsleistung darstellen (Briefporto), sondern auch eine Funktion als Geldersatz haben, über den die Deutsche Bundesbank zu wachen hat. Um diese Geldwertzeichen vor Fälschungen zu schützen, wurden sie schon sehr früh mit ‚Wasserzeichen‘ versehen. Unser Zeichner Jürgen DUNKEL bietet uns am unteren linken Rand neun Wasserzeichen an: die kleine Krone (1850), das Kniestrumpfband eines Hosenbandordens (1850) und eine Rose mit Blättern (1867) aus Argentinien, eine Pyramide mit heraldischer Blume und den Halbmond mit fünfeckigem Stern aus Ägypten (1867/70), den sechseckigen Stern aus Nepal (1860), die bourbonische Lilie aus Neapel (1858), die Zwei als Wertzeichen aus Neu-Süd-Wales (1852) und die Buchstaben NZ als Kürzel (Abkürzungen) des Landesnamens ‚New Zealand‘ (Neuseeland, **m.l.** bis **u.l.**).

Fortsetzung Text zum ‚Philatelie‘-Bild (Seite 94)

Von deutschen Wasserzeichen werden gezeigt: Schleswig und Deutsches Reich (**o.l.**, unter den Marken zum Titel) sowie BRD und DDR (**m.m.**, u., unter dem Postlogo).

Briefmarken werden meist auf üblicherweise rechteckigen, großen Papierbogen gedruckt, die rückseitig mit einer Gummierung versehen sind. Beim Trennen aus dem perforierten Bogen entsteht die typische Zähnung an den Rändern.

Briefmarken bekommt man auf dem Postamt (Postlogo, **m.m.**). Die Entwertung erfolgt durch Abstempeln bei der Beförderung. Unser Zeichner hat den historischen Poststempel für die Beförderung mit dem Luftschiff ‚Graf Zeppelin‘ aus dem Jahr 1934 (Friedrichshafen, Bodensee, 11.9.34, 10-11, **m.r.**) sowie den Sonderpoststempel für ‚20 Jahre VEB Fischverarbeitung Barth, 1953-1973‘ (**o.m.**) und einen aktuellen Sonderstempel zur Corona-Pandemie (2020, **u.r.**) ins Bild eingefügt.

Der traditionelle Philatelist beschäftigt sich mit den Briefmarkenausgaben einzelner Staaten oder begrenzter Zeiträume (‚gestempelt‘ oder ‚postfrisch‘). Man strebte an, das betreffende Gebiet komplett zu machen. Heute spezialisieren sich Sammler meist auf bestimmte Themenfelder oder legen Motivsammlungen an. Dafür sind die Ausgaben von Sondermarken sehr hilfreich.



Ein besonderes Beispiel ist die 2014 aus einem Briefmarken-Gestaltungswettbewerb ‚Zeichne Österreich neu‘ als Sieger hervorgegangene Sondermarke ‚Malen nach Zahlen‘ (**u.m.**). Nach Ausmalen des Bildes entstehen ein rotes Herz für die Liebe (rote Punkte), ein grünes Blatt für den Umweltschutz, ein blaues Gebilde für den Friedenswillen, ein schwarzes (im Original violettes) System für die Gleichberechtigung und zwei gelbe Pfeile als Symbol für gegenseitigen Austausch.

Philatelisten organisierten sich bereits 1856 in den Vereinigten Staaten und im Jahre 1866 kam es dort auch zur offiziellen Gründung des ersten Briefmarkenvereins der Welt.

Eine moderne Sondermarke zum Thema Raketen und Weltraum gab die am 3.9.1977 gegründete ‚Bundesarbeitsgesellschaft Weltraum-Philatelie e.V.‘ zum 40. Jahrestag 2017 heraus (**u.l.**).

Wünschen wir allen Briefmarkensammlern und professionellen Philatelisten an dieser Stelle weiterhin viel Vergnügen mit ihrem Hobby.

Das Bild ‚Philatelie‘ im Format 40x30 cm wurde im Dezember 2020 und Januar 2021 gezeichnet.

„Über das Leben“

Spruchweisheiten und Zitate bedeutender Persönlichkeiten^{3a,4,5,23,24)}

„Ordnung ist das halbe **Leben**“ und „Von Luft kann man nicht **leben**.“

Deutsche Sprichworte

„Fang jetzt an zu **leben** und zähle jeden Tag als ein **Leben** für sich.“

„**Leben** heißt kämpfen.“

Lucius Annaeus SENECA (4 v. Chr.-65, römischer Philosoph, Dramatiker, Naturforscher und Politiker, einer der meist gelesenen Schriftsteller seiner Zeit)

„Betrachte einmal die Dinge von einer anderen Seite, als du sie bisher sahst, denn das heißt ein neues **Leben** beginnen.“

Marc AUREL (121-180., römischer Philosoph und Kaiser)

„Jedes **Lebensalter** findet uns als Schüler, und oft fehlt es uns trotz aller Jahre an Erfahrung.“

Francois de La ROCHEFOUCAULD (1613-80, frz. Adliger, Militär und Literat)

„Alles **Leben** trägt sein Ideal in sich.“

Leopold von RANKE (1795-1886, deutscher Historiker und Hochschullehrer, königlich preußischer ‚Wirklicher Geheimer Rat‘)

„Das **Leben** besteht aus den verschiedenartigsten Dingen, den unvorhergesehensten, den widersprechendsten, den am wenigsten zueinander passenden.“

Guy de MAUPASSANT (1850-93, frz. Schriftsteller und Journalist)

„Jedem Anfang wohnt ein Zauber inne, der uns beschützt und der uns hilft zu **leben**.“

Hermann HESSE (1877-1962, dtsh.-schweiz. Schriftsteller und Maler)

„**Leben** ist, was uns zustößt, während wir uns etwas ganz anderes vorgenommen haben“

Henry MILLER (1891-1980, US-amerikanischer Schriftsteller und Maler)

„Die wahre **Lebensweisheit** besteht darin, im Alltäglichen das Wunderbare zu sehen.“

Pearl S. BUCK (1892-1973, US-amerikanische Schriftstellerin)

„Die Kürze des **Lebens** verbietet uns, lange Hoffnungen zu haben.“

HORAZ (65-8 v. Chr., einer der bedeutendsten römischen Dichter der Augusteischen Zeit)

„Was wäre das **Leben** ohne Hoffnung.“

Friedrich HÖLDERLIN (1770-1843, deutscher Dichter, einer der bedeutendsten Lyriker seiner Zeit)

„Der Sinn des **Lebens** besteht darin, glücklich zu sein.“

Tenzin GYATSO (*1935, buddhistischer Mönch, 14. Dalai-Lama)

„Die Tätigkeit ist, was den Menschen glücklich macht.“

Johann Wolfgang von GOETHE (1749-1832, dtsh. Dichter und Naturforscher)

„Es gibt nichts Besseres, als von seiner Arbeit zu **leben**.“

Anatole FRANCE (1844-1924, frz. Schriftsteller, Literaturnobelpreis 1921)

„Arbeit ist des **Lebens** Würze.“

Deutsches Sprichwort

„**Lebendig** nenn' ich nur die Tat, die rüstig aus ihrem Schlaf die müden Kräfte weckt. Die Ruhe tötet. Nur wer handelt, **lebt**.“

Theodor KÖRNER (1791-1813, dtsh. Schriftsteller und Freiheitskämpfer, Angehöriger des LÜTZOWschen Freikorps)

„Man muss sein **Leben** aus dem Holz schnitzen, das man zur Verfügung hat.“

Theodor STORM (1817-88, dtsh. Schriftsteller)

„Gib jedem Tag die Chance, der schönste deines **Lebens** zu werden!“

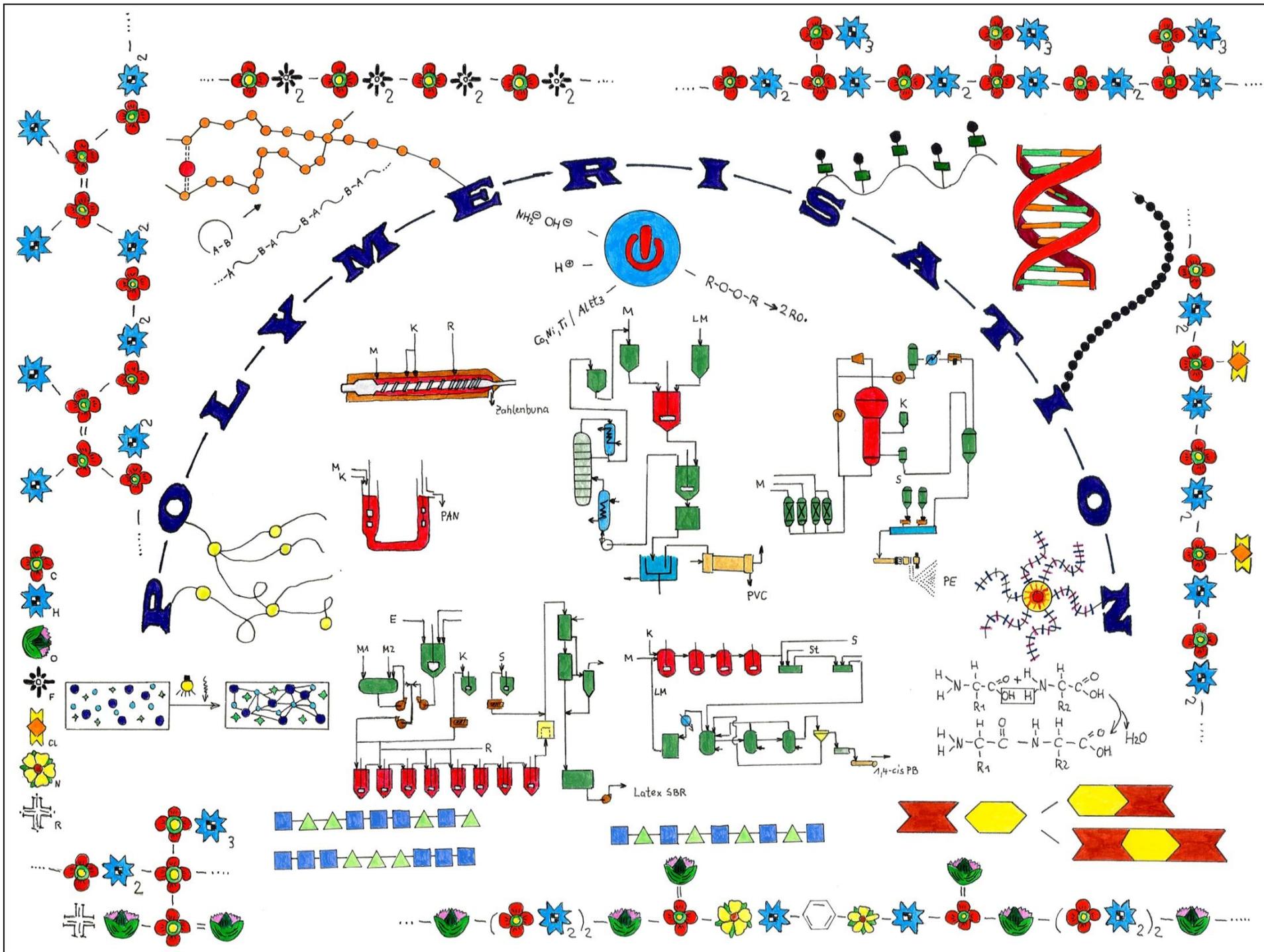
Mark TWAIN (1835-1910, amerikanischer Schriftsteller)

„Es gibt nur drei Methoden, um **leben** zu können: betteln, stehlen oder etwas leisten.“

Sybillе Gabrielle Riquetti de MIRABEAU (1849-1932, frz. Schriftstellerin)

„Jede Stufe des **Lebens** hat ihre eigene Schönheit.“

Willy KRAMP (1909-86, dtsh. Schriftsteller)



„Polymerisation“

Es gibt mindestens zwei gute Gründe, nach den beiden umfangreichen Bildern zur Chemie und zum Buna-Werk Schkopau (s.o.) noch einmal auf ein Teilgebiet der Chemie näher einzugehen.

- 1.) Die **Polymerisation** umfasst als wichtiges Teilgebiet der Chemie weitgefächert die Synthesen von Kunststoffen,^{3b)} bei denen sowohl gleichartige wie auch unterschiedliche, gasförmige oder flüssige Monomere in feste Polymere überführt werden, die uns dann nach ihrer Verarbeitung in sehr unterschiedlichen Branchen in vielfältigster Weise als Gebrauchsartikel dienen und unser tägliches Leben bereichern und erleichtern.
- 2.) Unser Zeichner Jürgen DUNKEL hat seinen **Berufsweg** in der großtechnischen Polymerisationsanlage zur Herstellung von cis-1,4-Polybutadien im Buna-Werk Schkopau begonnen.

Der Titel **P-O-L-Y-M-E-R-I-S-A-T-I-O-N** durchzieht wie eine gebogene Polymerkette den oberen Bildteil. Vertreter verschiedener Kunststoffe (Polymere) schmücken als Blumengirlanden den Bildrand (als **Legende** ist vereinbart: Kohlenstoff, **C**, als **rote** Blume, Wasserstoff, **H**, als **blaue** Blume, Sauerstoff, **O**, als **grüne** Blume, Fluor, **F**, als schwarzer Stern, Chlor, **Cl**, als **gelb-braunes** Blütenblatt, Stickstoff, **N**, als **gelbe** Blume mit **grünen** Blättern und **R** als Rest, am Rand **u.l.**).

Die **Beispiele wichtiger Polymere** beginnen am linken Rand oben mit dem cis-1,4-Polybutadien ($[-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-]_n$, Kürzel: PB oder BR, synthetischer Kautschuk, ‚butadiene rubber‘, KFZ-Reifen) weiter am oberen Rand mit Teflon ($[-\text{CF}_2-\text{CF}_2-]_n$, PTFE, Polytetrafluorethen, Handelsname der Firma DuPont, Beschichtungen und Dichtungen), Polypropylen ($[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-]_n$, PP, zweithäufigster Standardkunststoff, vergleichbar mit PE $[-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]_n$), Polyvinylchlorid ($[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{Cl})-]_n$, PVC, dritt wichtigster Kunststoff, kommt wegen seiner Haltbarkeit besonders bei langlebigen Produkten zum Einsatz), Polyurethan ($[-\text{O}-(\text{CH}_2)_2-\text{O}-\text{CO}-\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}-\text{CO}-\text{O}-(\text{CH}_2)_2-]_n$, Weich- und Hartschäume) und Plexiglas ($[-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)(\text{COOCH}_3)-]_n$, PMMA, Acrylglas, Polymethylmethacrylat, Markenname der Fa. Röhm).

An Polymerisationsarten unterscheiden wir: **Ringöffnungspolymerisationen** (**o.l.**, schematische Darstellung, Beispiel: Caprolactam zum Polyamid 6 $[-\text{R}-\text{CO}-\text{NH}-]_n$, Polycaprolactam, Handelsname in der BRD: Perlon, in der DDR: Dederon).

Biopolymerisationen (**o.r.**, Bildung der Desoxyribonukleinsäure/DNS bzw. ‚deoxyribonucleic acid‘/DNA und Proteinen im lebenden Organismus).

Polykondensationen (**u.r.**), Beispiele sind Polyester (PET, Polyethylenterephthalat durch Umsetzung von Diolen mit Terephthalsäure unter Abspaltung von Wasser), Phenoplaste (Phenolharz, Phenol-Formaldehyd-Kondensat, Bakelite, frühe Warenzeichen der Bakelite GmbH in Deutschland, später auch der Union Carbide Corporation, UCC, in den USA, Klebstoffe).

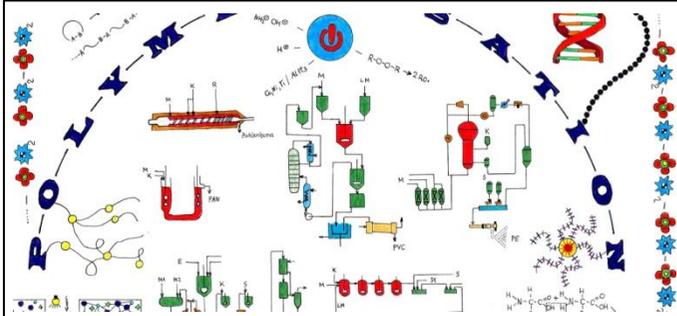
Polyamide ($[-\text{NH}-\text{CO}-\text{R}^1-\text{CO}-\text{NH}-\text{R}^2-]_n$, Dicarbonsäuren mit Diaminen zu Polyamid 66, Beispiel: Polyhexamethylenadipinsäureamid, Handelsname der Firma DuPont: Nylon).

Polyadditionen (**u.r.**, Stufenwachstum über Dimere, Trimere, Oligomere, kann nur erfolgen, wenn die Monomere mindestens zwei funktionale Gruppen tragen).

Photopolymerisationen (**u.l.**, durch die Absorption von sichtbarem oder ultraviolettem Licht in Gegenwart eines Photoinitiators initiierte Polymerisation, Härten von Druckfarben, Zahnfüllungen und Fotolacken, Beschichtungen von Glasfasern, Ton- und Datenträgern).

Die **Kettenpolymerisationen** (**o.m.**, Druckknopf, unterschiedlich initiierte Kettenreaktionen, bei denen sich fortlaufend und ausschließlich gleiche oder unterschiedliche Monomere an eine wachsende Polymerkette angliedern). Sie können radikalisch ($\text{R}-\text{OO}-\text{R} \rightarrow 2\text{RO}\cdot$, siehe Druckknopf, **o.r.**), kationisch (H^+ , sauer), anionisch (NH_2^- , **HO}^-) und durch ZIEGLER-NATTA-Katalysatoren ($\text{Co/Ni/Ti/Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$) oder Übergangsmetallkomplexe koordinativ initiiert bzw. katalysiert ablaufen. Im Gegensatz zu Polykondensationen und Polyadditionen finden keine Abspaltungen von Nebenprodukten und kein Stufenwachstum statt (Beispiele sind die Polyolefine PE und PP, s.o.).**

Der Vorteil von Polykondensaten besteht darin, dass sie wieder in ihre Ausgangsstoffe aufgespalten und in eine erneute Polykondensationsreaktion geführt werden können (stoffliches Recycling).



Fortsetzung des Textes zum Bild ‚Polymerisation‘ (Seite 98)

Polyacrylnitril (PAN, **m.l.**). Technologische Schemata der Emulsionspolymerisation von Styrol und Butadien zu ESBR-Kautschuk (**u.l.**), der Suspensionspolymerisation von Vinylchlorid (VC) zu PVC (**m.m.**), der Lösungspolymerisation von Butadien zum cis-1,4-Polybutadien (PB, **u.m.**) und der Gasphasenpolymerisation von Ethylen zu Polyethylen (PE, **m.r.**).

Verschiedenartige Polymerketten gehen von den Buchstaben P, O, E, S, I und N des Titelzuges aus. Vernüpfungen der Polymerketten können statistisch (**u.l.,o.**), blockweise (**u.l.,u.**) und alternierend (**u.m.**) ausfallen.

Weltweit wurden 2017 ca. 380 Mio. t/a Kunststoffe erzeugt und verbraucht (die Produktion von Kunststoffen wuchs seit 1950 durchschnittlich um ca. 8,4 % pro Jahr und damit 2,5 Mal schneller als das durchschnittliche Bruttoinlandsprodukt, BIP).

Polyethylen (PE) ist der weltweit mit Abstand am meisten erzeugte (Standard)-Kunststoff und wird in erster Linie für Folien und Verpackungen verwendet. PE gehört zur Gruppe der Polyolefine und ist ein durch Kettenpolymerisation aus petrochemisch erzeugtem Ethylen hergestellter thermoplastischer Kunststoff, teilkristallin und unpolar, das sich durch hohe chemische Beständigkeit, gute elektrische Isolationsfähigkeit und ein gutes Gleitverhalten auszeichnet (vgl. Seite 93).

Für alle anderen (reinen) Polymerisate kann ein (aus technischen Gründen meist nur sehr begrenzter) Zusatz von geschreddertem Altmaterial in die Endverarbeitung der Polymeren gegeben werden (werkstoffliches Recycling). Das funktioniert bei Plastabfällen noch nicht so gut wie beim Altglas in der Glasproduktion (bei Flaschen bis zu 60%, bei grünen Flaschen sogar bis zu 95%) und bei Altpapier in der Papierherstellung (2019 78%).

Ansonsten finden wir heute meist die CO₂-Last-erzeugende Verbrennung von Plastabfällen vor. In Zukunft wird man hoffentlich aus Plastabfällen durch Pyrolyse ein Synthesegas erzeugen können, dass dann erneut in chemische (auch Polymerisations)-Reaktionen eingesetzt werden kann.

In der Bildmitte unter dem Polymerisationsbogen sind verschiedene **Polymerisationstechnologien** dargestellt (die **Legende** dazu: **M**-Monomer, **K**-Katalysator, **LM**-Lösungsmittel, **E**-Emulgator, **S**-Stabilisator, **St**-Stopper, **R**-Regler). Massepolymerisation am Beispiel Butadien mit Natrium in einem Extruder (Beispiel: Zahlenbuna, **o.l.**, unterm Kreisbogen) und Fällungspolymerisation von Acrylnitril (ACN) zu

Die in den letzten Jahren verstärkt aufgetretene und zunehmend wahrgenommene Verschmutzung der Umwelt und vor allem der Weltmeere mit Plastik hat unvorhersehbare Auswirkungen auf die Tier- und Pflanzenwelt und in Folge dessen auch auf den Menschen.

Durch stoffliches Recycling (s.o.) lassen sich nur die Ausgangsstoffe der (reinen) Polykondensate in den Kreislauf zurückführen, von den übrigen (reinen) Kunststoffen sind nur begrenzte Teilmengen durch werkstoffliches Recycling wiederverwertbar. Durch die vielfältigen Beschichtungen und Compoundierungen (Zusammensetzungen von Kunststoffen zur Erzielung bestimmter Eigenschaftsprofile) wird ein Recycling sehr erschwert und es bleibt derzeit nur die Verbrennung zum Zwecke der Energie- und Wärmerückgewinnung. Zwar sind Kunststoffe so etwas wie festes Erdöl, aber einmal ist das Feststoffhandling ohnehin aufwendiger als die Verbrennung von Erdgas oder flüssigen Erdölfraktionen und zweitens bedarf es, da nicht sortenrein, zusätzlicher Anlagenteile zur Nachverbrennung möglicherweise entstandener Giftstoffe (z.B. Dioxine bei Anwesenheit chlorhaltiger Substanzen). Als Lösung wird heute die Pyrolyse von Plastabfällen zur Gewinnung von chemisch verwertbarem Synthesegas gesehen.

Das Bild ‚Polymerisation‘ im Format 40x30 cm wurde im November 2019 gezeichnet.

Die Autoren



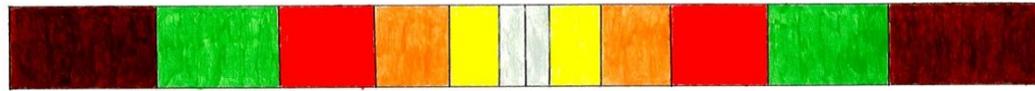
Jürgen DUNKEL

- 1940 geboren in Halle (Saale)
- 1947-55 Grundschulbesuch in Halle
- 1956-59 Abendoberschule
- 1955-58 Lehre als Chemiefacharbeiter
- 1958-60 Soldat, Gefr., Uffz. der NVA
- 1960-63 Studium an der Ingenieurschule
Köthen (Chemieingenieur)
- 1965-70 Fernstudium der Chemie an der **Martin-Luther-Universität (MLU) Halle-Wittenberg**
- 1970 Diplom-Chemiker
- 1963-93 Tätigkeiten im Kombinat VEB Chemische Werke Buna
- 1963-68 Schichtingenieur Synthesekautschuk
- 1968-70 Chemiker im cis-1,4-Polybutadien
- 1970-81 stellv. und Abteilungsleiter cis-1,4-Polybutadien
- 1981-83 stellv. Betriebsdirektor für Produktion (BD Carbid)
- 1984-89 Direktor für Forschung und Entwicklung des Kombinats
- 1989/90 stellv. Generaldirektor, Leiter des wiss.-techn. Komplexes Synthesekautschuk
- 1990-93 BUNA AG, Sparte Kautschuk/Dispersionen, div. Leitungsfkt.
- 1994-2000 Geschäftsführer der GÖS mbH, Bitterfeld-Wolfen
- 1972-78 externe Praxisaspirantur an der MLU Halle-Wittenberg
- 1978 Dr. rer.nat.
- 1990 Facultas Docendi an der THLM Merseburg
- seit 2013 Mitglied im Förderverein ‚Sachzeugen der chemischen Industrie e.V.‘ (SCI)

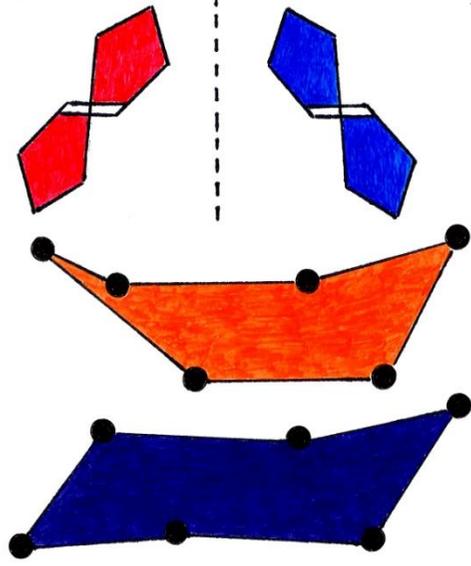
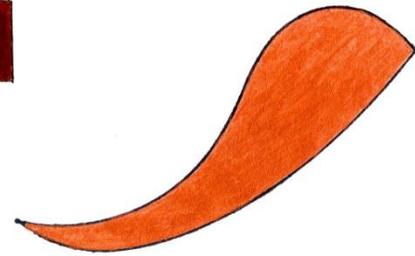
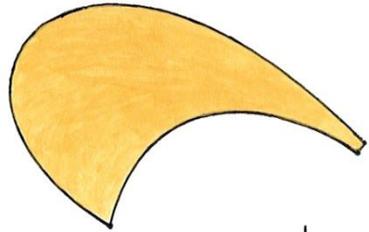


Dieter SCHNURPFEIL

- 1941 geboren in Dessau (Anhalt)
- 1956-60 Rosa-Luxemburg-Oberschule (Dessau)
- 1960 Abitur
- 1960-62 Soldat, Gefreiter, Uffz. in der NVA
- 1962-67 Studium der Stoffwirtschaft
an der TH Leuna-Merseburg (THLM)
- 1967 Diplomchemiker
- 1967/68 Analytiker, Forschungsabteilung Petrolchemie, Leuna II
- 1968-82 Assistent und Oberassistent in der Sektion Verfahrenchemie
(Wissenschaftsbereich Petrolchemie) der THLM
- 1972 Dr.rer.nat.
- 1982 Dr.sc.nat./Facultas Docendi (1992 Umwandlung in Dr. habil.)
- 1982-90 Kombinat VEB Chemische Buna, Betriebsdirektion **Organische Spezialprodukte** (OSP, Mitarbeiter, 1983 Abteilungsleiter, 1985 stellv. Betriebsdirektor OSP für Rationalisierung und Forschung)
- 1990-95 BUNA AG/BUNA GMBH, Sparte Organika, Abteilungs-/Gruppenleiter ‚EO/PO und Folgeprodukte‘
- 1995-2003 BSL/Dow Olefinverbund GmbH, Change Management
- 2003/05 Altersteilzeit/Rentner
- 2004/06 Externer Senior Prozessingenieur der Chemieanlagenbau Chemnitz GmbH im ‚Chimprom Usolje‘ (Irkutsk/Russland)
- 2004-17 Lehrbeauftragter an der Hochschule Merseburg
- seit 1996 Mitglied im Förderverein ‚Sachzeugen der chemischen Industrie e.V.‘ (SCI), aktiv im Redaktionsteam
- 2005 Gründungsmitglied Heimatverein Langeneichstädt e.V.



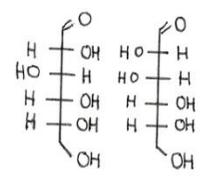
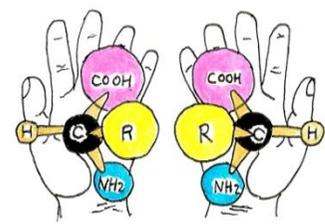
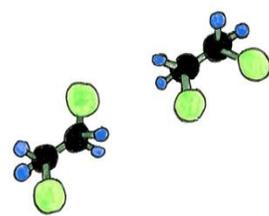
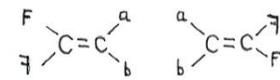
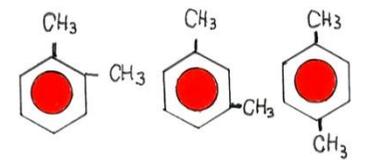
I S O M E R I E



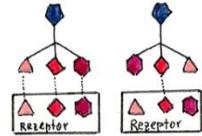
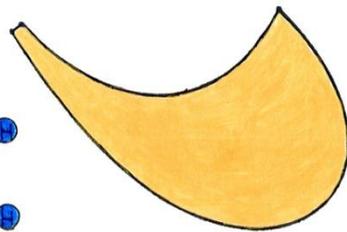
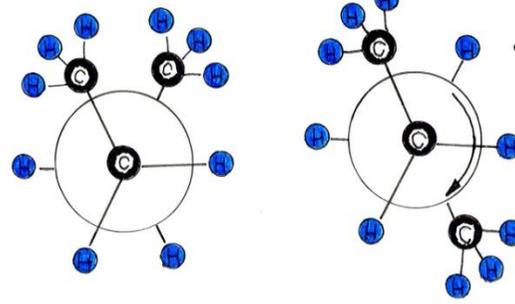
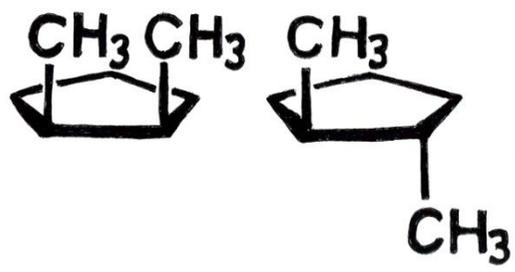
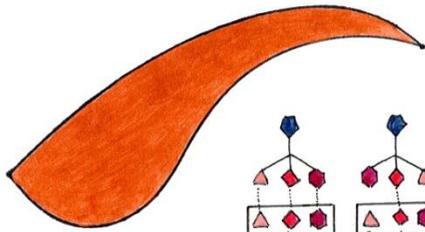
S
O
M
E
R
I



I
R
E
M
O
S



E
I
R
E
M
O
S
I



„Isomerie“

Wenden wir uns einem wissenschaftlichen Phänomen zu, der **Isomerie** (altgriechisch ‚isos‘ = gleich und ‚meros‘ = Teil). Der Begriff steht für das Auftreten von zwei oder mehreren chemischen Verbindungen mit **gleicher** Summenformel und Molekülmasse, die sich jedoch in der Verknüpfung oder der räumlichen Anordnung der Atome unterscheiden und deren **Isomere** durch unterschiedliche Strukturformeln dargestellt werden können.^{3b)}

Das Phänomen besteht darin, dass sie sich trotz gleicher Zusammensetzung und Molmasse oft auch in ihren chemischen, physikalischen und/oder biochemischen Eigenschaften unterscheiden (Isomerie tritt vor allem bei organischen Verbindungen, aber auch bei anorganischen Koordinationsverbindungen auf).

Unser Zeichner hat dieses Phänomen andeutungsweise dargestellt durch unterschiedliche Schreibweise des Titels, die beiden Frauengesichter (gleiche Haarfarbe, unterschiedliche Physiognomie), die beiden Gewichtheber (gleicher Heber, unterschiedliche Position der Hantel) und zwei entgegengesetzt ausgerichtete Muster (**o.m.** bis **m.m.**). Darüber zwei gegeneinander laufende Farbbänder (**o.m.**). In der Mitte das Bild von Jöns Jakob BERZELIUS (1779-1848), der die Begriffe Isomerie und Isomere 1832 in die Chemie eingeführt hat (**m.m.**).

Isomerie tritt in sehr verschiedenen Formen auf. **Konstitutionsisomere** (Strukturisomere) haben die gleiche Summenformel, unterscheiden sich aber in der Stellung ihrer Atome im Molekül (Funktionsisomere, Beispiele: Ethanol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ und Diethylether CH_3OCH_3), oder ihrer funktionellen Gruppen (Orts- bzw. Regioisomere, Beispiele: ortho-, meta- oder para-Xylol bzw. 2-, 3- oder 4-Nitrotoluol (**o.r.** und **m.r.,o.**)). **Skelettisomere** (auch: Positionsisomere) weisen unterschiedlich verzweigte Kohlenstoffgerüste auf bzw. haben die Doppelbindung an verschiedenen Positionen im Molekül.

Stereoisomere (Konfigurationsisomere) haben die gleiche Summenformel und Struktur (Konstitution), unterscheiden sich aber durch die räumliche Anordnung der Atome. Die Enantiomere verhalten sich wie Bild und Spiegelbild zueinander (sie drehen oft die Ebene von linear polarisiertem Licht um den gleichen Betrag in entgegengesetzte Richtungen, Beispiele: Di-fluorethylene, **m.r.,u.**, und trans Cyclooctene, **o.r.**, die räumliche Anordnung von Aminosäuren verhält sich wie linke und rechte Hand, **m.l.,u.**). Enantiomere mit Rezeptoren verhalten sich wie Schlüssel und Schloss (**u.l.**).

Alle anderen Konfigurationsisomere (die keine Enantiomere sind) bezeichnet man als Diastereomere. Die cis-trans-Isomeren sind unsymmetrisch substituierte Ringsysteme oder Doppelbindungen (Beispiele: cis-trans-Dimethylcyclopentane, **u.m.,l.**, sowie

cis-trans-Alkene und cis-trans-Polyethylene. **m.l.,u.**, vgl. Seiten 86 und 99). Als Epimere bezeichnet man Paare von Diastereoisomeren eines Moleküls mit mehreren Stereozentren, die sich allerdings in mindestens einem dieser Zentren unterscheiden (Beispiel: D-Glucose und D-Mannose, **u.r.**). Eine Sonderform der Diastereomerie ist endo-exo-Isomerie, die nur bei substituierten verbrückten bicyclischen Kohlenwasserstoffen auftritt (Beispiele: Norbornenderivate).

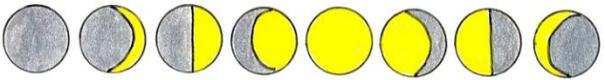
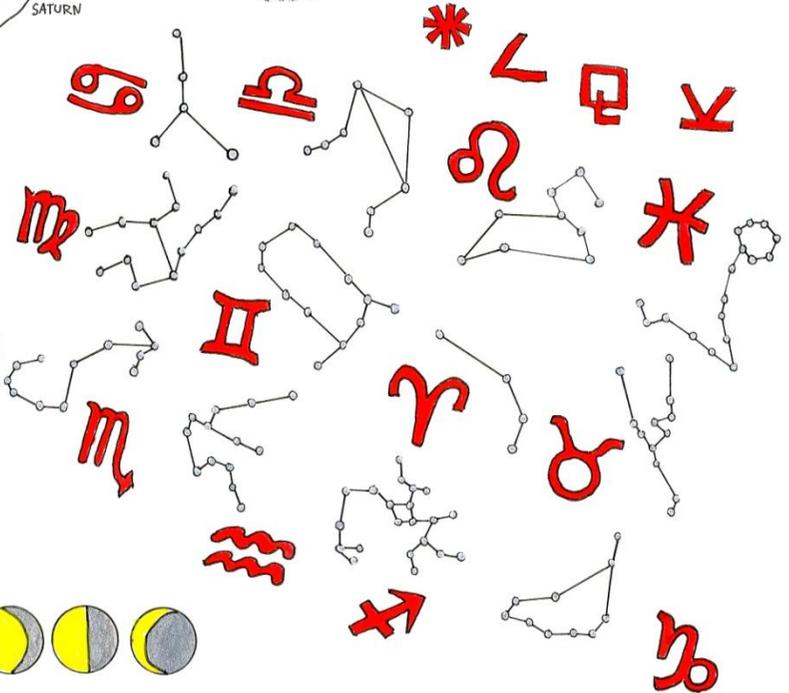
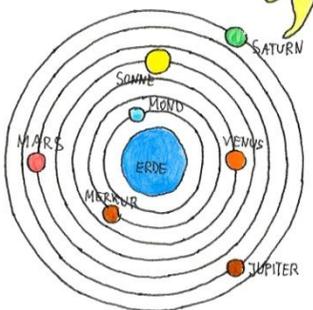
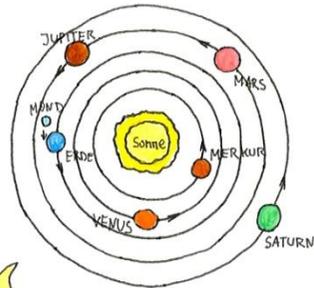
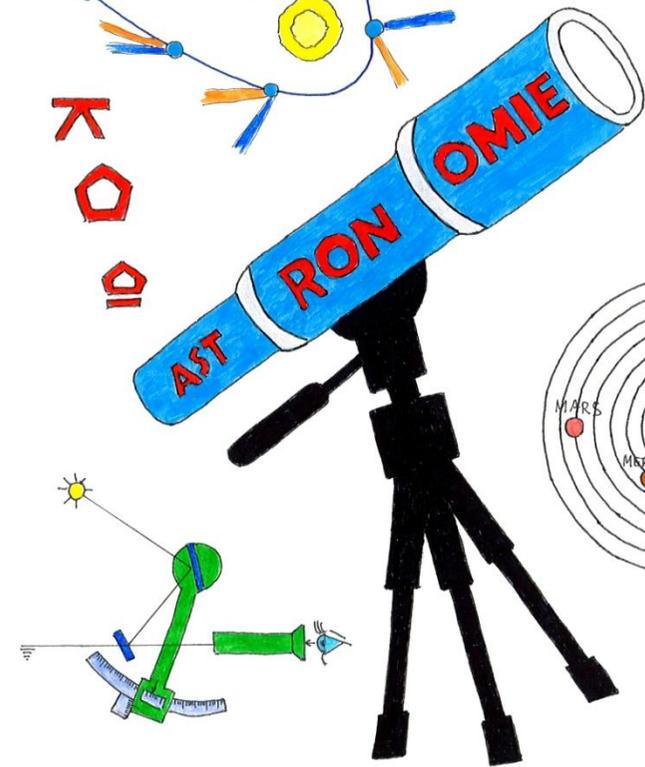
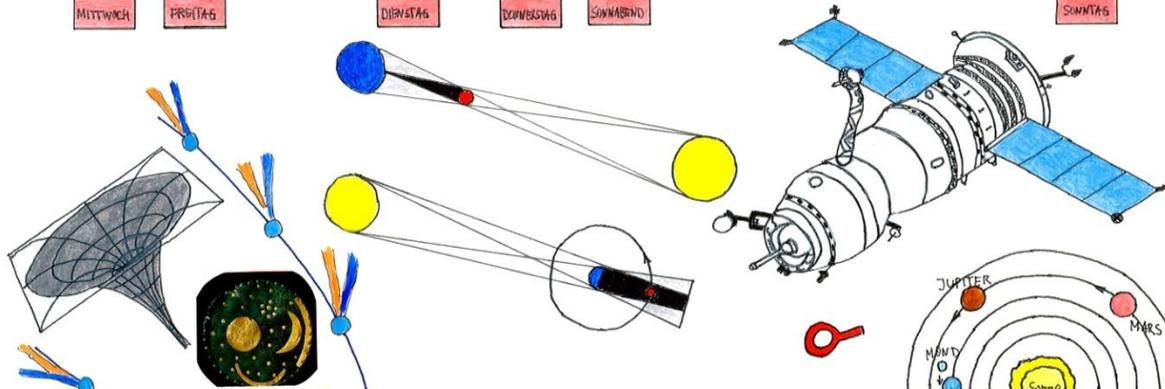
Konformationsisomere (Rotamere, **u.r.**) sind Stereoisomere, die sich schon durch die Drehung von Einfachbindungen ineinander überführen lassen (die thermische Energie bei Raumtemperatur reicht für die Überführung meist schon aus, Beispiel: Sessel- und Wannenform des Cyclohexans, **m.l.**).

Das erste Beispiel für die Isomerie ergab sich aus den Analysen des Silbercyanats (AgOCN , 1822 gemeinsam von Justus LIEBIG, 1803-73, und Joseph Louis GAY-LUSSAC, 1778-1850) und des Silberfulminats (AgONC , 1823 von BERZELIUS). Zunächst kam es zum Streit über die Richtigkeit der Analysen. Als BERZELIUS 1830 dann für Trauben- und Weinsäure die gleiche elementare Zusammensetzung feststellte, prägte er dafür den Begriff Isomerie.

Das „Isomerie“-Bild wurde im Format 40x30 cm im November 2019 gezeichnet.



80 200.59 Hg QUECKSILBER MITTWOCH	29 63.546 Cu KUPFER FREITAG	51 121.76 Sb ANTIMON DIENSTAG	26 55.845 Fe EISEN DIENSTAG	50 44.71 Sn ZINN DINNERSAG	82 207.2 Pb BLEI SONNABEND	78 195.08 Pt PLATIN SONNABEND	93 237 Np NEPTUNIUM SONNABEND	94 244 Pu PLUTONIUM SONNABEND	79 196.97 Au GOLD SONNTAG	97 107.87 Ag SILBER MONTAG
--	--------------------------------------	--	--------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	--	--	--	------------------------------------	-------------------------------------



„Astronomie“

Erfreuen wir uns an dem hellen Tag und genießen die wärmenden Strahlen der Sonne, die uns aufmuntern und fröhlich machen. Richten wir in der Nacht unseren Blick himmelwärts zu Mond und Sternen und träumen. Der nachtdunkle Sternenhimmel hat schon immer die Menschen auf der Erde fasziniert.

„Steh'n zwei Stern' am hohen Himmel, leuchten heller als der Mond...“ so klingt es in einem Volkslied aus dem Westerwald (nach einer Volksweise aus dem 18. Jh.). Und wie viele Mütter singen an der Wiege ihrer Kinder: „Weißt du wieviel Sterne stehen an dem blauen Himmelszelt?“ (Volksweise 1818, Text: Wilhelm HEY, 1789-1854).^{3a)} Besonders in den Liedern zur Weihnachtszeit spielen Himmel, Mond und Sterne eine Rolle, wie z.B. in „Lieblich leuchten tausend Sterne“ oder „Tausend Sterne sind ein Dom“ (Siegfried Köhler, Mitte 20. Jh.). Auch der Mond wird angesungen mit „Oh, du schöner Maienmond“ (1789) oder dem allseits bekannten Abend- und Nachtlied „Der Mond ist aufgegangen, die gold'nen Sternlein prangen am Himmel hell und klar.“ (1779, Text: Matthias CLAUDIUS, 1740-1815, Weise: Joh. A. Peter SCHULZ, 1747-1800).

Das Bild dominieren Sternenhaufen (**o.r.**) und Fernrohr (**u.l.**). Die acht Mondphasen zieren die untere Kante des Bildes (**u.m.**, v.l.n.r.): Neumond,

zunehmende Mondsichel (im ersten Viertel eines Mondumlaufes), zunehmender Halbmond, zunehmende Dreiviertel-Mondscheibe (im zweiten Viertel), Vollmond, abnehmende Mondscheibe (im dritten Viertel), abnehmender Halbmond, abnehmende Mondsichel (im letzten Viertel).

Die **Astronomie** (Sternkunde) ist die Wissenschaft von den Gestirnen, die mit naturwissenschaftlichen Mitteln die Positionen, Bewegungen und Eigenschaften der Objekte im Universum, also der Himmelskörper (Planeten, Monde, Asteroiden, Sterne einschließlich der Sonne, Sternhaufen, Galaxien und Galaxienhaufen), der interstellaren Materie und der im Weltall auftretenden Strahlung erforscht. Sie strebt nach einem Verständnis des Universums als Ganzes, seiner Entstehung und seines Aufbaus.^{3b)}

An den Universitäten wurde die Astronomie um etwa 1800 zu einer eigenen Studienrichtung. Heute wird sie zunehmend dem Physik-Studium zugeordnet.

In der oberen Zeile die astronomischen Zeichen für die Planeten, (v.l.n.r., dem Abstand zur Sonne folgend): Merkur (Symbol mit Flügelhelm und Hermesstab), Venus (Handspiegel der Venus), Erde (Globus mit Äquator und Nullmeridian, das zweite Erdsymbol ist das gespiegelte Venussymbol und soll den Reichsapfel mit aufgestecktem Kreuz darstellen, Kugelkreuz), Mars (bis hierher: die inneren Planeten unseres Sonnensystems, terrestrische,

erdähnliche Gesteinsplaneten, Symbol: Schild und Speer des Mars), Jupiter (Blitz und Adler), Uranus (eines von zwei Symbolen: das H vom Entdecker Wilhelm HERSCHEL, 1738-1822)^{3a,b)}, Saturn (Sichel und Sense), Neptun (die vier äußeren Gasplaneten, eines von zwei Symbolen: Neptuns Dreizack) und danach der transneptunische Zwergplanet Pluto (Symbol einiger Astrologen, eines von zwei). Es folgen noch die Symbole für die Sonne (Sonnensymbol) und den Erdenmond (eins von mehreren, Sichel für zunehmenden Mond, s.o., **o.l.** bis **o.m.**).

Im Altertum hat man die bis dahin bekannten Elemente des Periodensystems (PSE)¹⁾ den Sternen zugeordnet: Quecksilber (**Hg**) dem Merkur, Kupfer (**Cu**) der Venus, Eisen (**Fe**) dem Mars, Zinn (**Sn**) dem Jupiter, Blei (**Pb**) dem Saturn, Gold (**Au**) der Sonne und Silber (**Ag**) dem Erdenmond.

In der Alchemie (1./2.-17./18. Jh.) steht das Kugelkreuz als Erdsymbol für das Element Antimon (**Sb**). Dem Planeten Uranus ordnete man nach seiner Entdeckung 1781 das Platin (**Pt**) zu. Als Martin Heinrich KLAPPROTH (1743-1817) 1790 das Uran entdeckte, nannte er es nach dem neuentdeckten Planeten Uranium (**U**). Ebenso wurden die 1940 entdeckten Elemente Neptunium (**Np**) und Plutonium (**Pu**) nach den entdeckten Planeten Neptun (1846) und dem Zwergplaneten Pluto benannt (der anfangs noch als Planet klassifiziert wurde). 105



Die 12 Sternbilder werden zusammen mit den zugehörigen astronomischen Symbolen der Tierkreiszeichen dargestellt (von **m.r.**,o. nach **u.r.**): Krebs (22.6.-24.7.), Waage (24.9.-24.10.), Löwe (24.7.-24.8.), Fische (20.2.-21.3.), darunter: Jungfrau (24.8.-24.9.), Zwillinge (22.5.-22.6.), Widder (21.3.-21.4.), Stier (21.4.-22.5.), darunter: Skorpion (24.10.-23.11.), Wassermann (21.1.-20.2.), Schütze (23.11.-22.12.) und Steinbock (22.12.-21.1.).

Über den Sternbildern vier astronomische (teils auch astrologische) Zeichen für verschiedene astronomische Konstellationen (Winkelbeziehungen, **m.r.**, v.l.n.r.): Sextil (Stellung von Sonne, Mond und Planeten von der Erde aus gesehen, zwei Himmelskörper nehmen einen Winkel von 60° am Himmel zueinander ein), Halbquadrat (45°), Anderthalbquadrat (135°) und Halbsextil (semisextil, 30°). Vor dem Fernrohr vier weitere Aspekte bzw. Konstellationen (**m.m.**,l., von u.l. nach o.r.): Konjunktion (Verbindung, Zusammenhang, scheinbare Begegnung zweier Himmelsobjekte, Himmelskörper nehmen am Sternenhimmel nahezu die gleiche Position ein, ihre Koordinatenwerte unterscheiden sich also kaum), Quadratur (geozentrischer Winkelabstand, Elongation, 90°), Opposition (Elongation 180° mit Bezug zur Sonne) und Trigon (120° zweier Himmelskörper zueinander am Himmel, damit sind keine Erscheinungen in der Astronomie verknüpft, hat nur Bedeutung in der Astrologie).

Die restlichen drei Aspekte am linken Rand (**m.l.**,

Quinkunx (150° , nur schwer wahrnehmbar zwischen Trigon und Opposition, Spannung), Quintil (72° , Planeten sollen reibungslos miteinander schwingen, Harmonie) und Biquintil (144°).

Der in seiner Zeit bedeutende Mathematiker, Astronom und Verleger Johann MÜLLER (1436-76, nach seinem Tode von anderen latinisiert Johannes REGIOMONTANUS, im Bild mit seinem ‚Allgemeinen Uhrentäfelchen‘), Begründer der modernen Trigonometrie und bedeutendster Vertreter der Wiener astronomischen Schule war ein Wegbereiter von Nikolaus KOPERNIKUS (1473-1543). Seine ‚Ephemeriden‘ (Vorausberechnungen der täglichen Bewegungen der Himmelskörper, der Konjunktionen und Finsternisse auf die folgenden 32 Jahre für den Zeitraum 1475-1506, gedruckt 1474) waren unter Seefahrern hochgeschätzt. Dieses gedruckte Tabellenwerk diente auch Christoph KOLUMBUS (um 1451-1506) bei seinen Entdeckungsreisen nach Übersee.

Die andere Figur (**m.r.**) hantiert mit dem Jakobsstab, einem Instrument der Seefahrer zur Messung des Winkelabstandes von Gestirnen, das in der Folgezeit zu einem sehr wichtigen Navigationsinstrument der europäischen Seefahrt wurde. Die erste Beschreibung des Gerätes stammt von Levi ben GERSHON (1288-1344).

Ein Sextant (Spiegelsextant, **u.l.**) besteht aus einem Geräterahmen, der einen Kreissektor von etwa 60° darstellt, womit Winkelmessungen bis 120°

Die sieben Tage der babylonischen Woche wurden nach den mit bloßem Auge sichtbaren Planeten des geozentrischen Weltbilds benannt, die zu diesem Zeitpunkt als Götter angesehen wurden (um 15. Jh. v.Chr.). Als die Germanen diese Namen im 4. Jh. kennenlernten, benannten sie diese nach ihren (den römischen jeweils entsprechenden) germanischen Gottheiten um.

Der Montag (engl.: ‚Monday‘) war der Tag der Mondgöttin Luna (aus dem Lateinischen), der Dienstag (‚Tuesday‘) der nordisch-germanischen Gottheit Tyr, Beschützer des Things. Der Mittwoch (‚Wednesday‘) hat seinen Ursprung im englisch-niederländischen Gott Wodan (der mit dem altlateinischen Mercurius gleichgesetzt worden ist). Der Donnerstag (‚Thursday‘) war der Tag des griechischen Gottvaters Zeus, im Germanischen folgerichtig der des Gottes Donar/Thor. Der Freitag (‚Friday‘) gehörte der römischen Liebesgöttin Venus, im Germanischen der als ähnlich wahrgenommenen Fruchtbarkeitsgöttin Frija/Freia. Der Samstag/Sonnabend (‚Saturday‘) war der Tag des Saturn und der Sonntag der Tag der Sonne.

möglich sind. Es ist ein nautisches, optisches Messinstrument, das zur Höhenwinkelmessung von Sonne und Sternen für die astronomische Navigation auf See verwendet wird und mit dem man den Winkel zu relativ weit entfernten Objekten bestimmen kann, insbesondere den Winkelabstand eines Gestirns vom Horizont.

Die ‚Himmelscheibe von Nebra‘ (**m.l.,o.**) ist die älteste (ca. 3700-4100 Jahre alt) bisher bekannte, konkrete Himmelsdarstellung. Ihre Sicherstellung gleicht einem Krimi. Heute ist sie im Museum für Vorgeschichte in Halle/Saale anzuschauen.

Das geozentrische Weltbild von Claudius **PTOLEMÄUS** (um 100 bis nach 160, ptolemäisches Weltbild) sah die Erde im Mittelpunkt (**u.m.,l.**). Seine Abhandlung ‚Almagest‘ zur Mathematik und Astronomie in 13 Büchern blieb bis zum Ende des Mittelalters (fast 1.500 Jahre lang) das Standardwerk der Astronomie im europäischen Raum.

Der Astronom, Mathematiker, Kartograph, Arzt und Domherr Nikolaus **KOERNIKUS** (1473-1543, latinisiert, eigentlich Niklas KOPERNIK, Bild in der Sonne, **m.m.**) veröffentlichte 1543 sein Hauptwerk ‚De revolutionibus orbium coelestium‘ und begründete damit ein heliozentrisches Weltbild, in dem die Erde ein Planet ist, der sich um die eigene Achse dreht und sich wie die anderen Planeten auf einer Umlaufbahn um die Sonne bewegt (**m.m.,r.**).

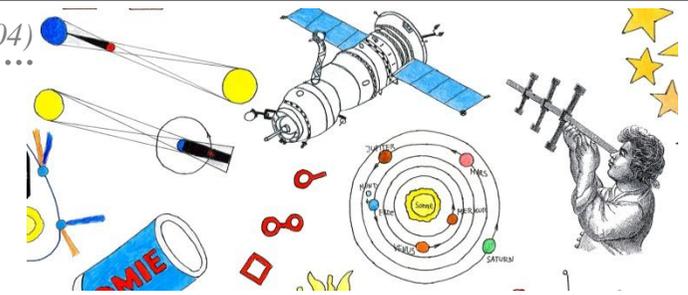
Fortsetzung Text zum ‚Astronomie‘-Bild (Seite 104)

Eine irdische Sonnenfinsternis (Eklipse, Verdeckung, Auslöschung) ist ein astronomisches Ereignis, bei dem die Sonne von der Erde aus gesehen durch den Mond teilweise oder ganz verdeckt wird (totale Sonnenfinsternis). Einem Beobachter auf der Erde erscheinen Sonne und Mond mit annähernd gleichem Durchmesser (durchschnittlich $0,52^\circ$, Kern- und Halbschatten, **o.m.,l.o.**).

Ganz anders die Konstellation bei einer Mondfinsternis: Hierbei durchquert der Mond den Schatten, den die von der Sonne beleuchtete Erde in den Weltraum wirft (Sonne, Erde und Mond liegen dabei auf einer Linie, **o.m.,l.u.**).

Kometen (Scheifsterne) bilden sich in den äußeren, kalten Bereichen des Sonnensystems. Sie bestehen aus Eis (kondensierte Wasserstoff- und Kohlenstoff-Verbindungen), Staub und lockerem Gestein. In Sonnennähe ist der meist nur wenige Kilometer große Kometenkern durch Ausgasen von einer diffusen, nebeligen Hülle umgeben (Koma). Das typische Kennzeichen der von der Erde aus sichtbaren Kometen ist ihr Schweif (Kometenbahn um die Sonne, **m.l.,o.**).

Mit Raumsonden (**o.m.**) erforscht der Mensch den Weltraum. Am 4.10.1957 schickte die UdSSR (Union der sozialistischen Sowjetrepubliken) den ersten künstlichen Erdsatelliten ‚Sputnik 1‘ (‚Weggefährte‘) auf eine Umlaufbahn um die Erde.



Am 12.4.1961 flog der sowjetische Kosmonaut Jurij Alexejewitsch GAGARIN (1934-68) als erster Mensch mit dem Raumschiff ‚Wostok 1‘ ins All und umrundete in 108 Minuten einmal die Erde. Der US-amerikanische Astronaut Neil ARMSTRONG (1930-2012) betrat als erster Mensch am 21.7.1969 den Mond, den die US-Crew mit dem Raumschiff Apollo 11 erreicht hatte.

Die Internationale Raumstation (International Space Station, ISS, 400 km über der Erde) ist der größte Satellit im Orbit und die bisher größte und langlebigste Raumstation. Sie wird seit 1998 systemübergreifend in internationaler Kooperation betrieben.

Neueste Erkenntnisse der Astrophysik bringen Licht ins Phänomen der ‚Schwarzen Löcher‘ (**m.l.**), deren Masse auf ein extrem kleines Volumen konzentriert ist. Infolge dessen wird eine so starke Gravitation erzeugt, dass nicht einmal das Licht diesen Bereich verlassen oder durchlaufen kann.

Das ‚Astronomie‘-Bild wurde im Format 40x30 cm im Februar 2020 gezeichnet.



„Astrologie“

Die Astrologie will aus Stellung und Lauf der Gestirne auf irdische Geschehnisse schließen. Sie versteht sich als eine Kunst, die aus den natürlichen Wirkungen der uns umgebenden Umwelt, Natur, Tier- und Pflanzenwelt, des Wetters u.v.a.m. die Handlungen des Menschen an Hand der Konstellationen und Veränderungen der Gestirne ableiten und sogar voraussagen will.

Schon in vorchristlicher Zeit wurde in verschiedenen Kulturkreisen die Deutung von Zusammenhängen zwischen astronomischen Ereignissen bzw. Gestirnskonstellationen und irdischen Vorgängen praktiziert (insbesondere in China, Indien, Mesopotamien/Babylonien und Ägypten). In der Historie bildeten Astrologie und Astronomie lange Zeit eine kaum unterscheidbare Einheit.^{3b)}

So ist es nicht verwunderlich, dass sich auch berühmte Astronomen mit der Astrologie beschäftigt haben.

Der geniale Nikolaus KOPERNIKUS (1473-1543, **o.l.**),^{3a)} Erfinder des Fernrohres, Begründer und Verfechter eines heliozentrischen Weltbildes (vgl. Seiten 106/107), hat entscheidend mitgewirkt an der Trennung von Astrologie und Astronomie.

Der dänische Adlige und bedeutende Astronom Tycho BRAHE (1546-1601, **u.r.**) begründete mit seiner Arbeitsmethodik des immer exakteren

Messens und steten Nachprüfens den Arbeitsstil und die Methodik moderner Wissenschaft. Er erstellte aber auch Horoskope für den Kaiser des Heiligen Römischen Reiches, dem Habsburger Rudolf II. (1576-1612), und für das dänische Königshaus.

Die Entdeckungen des italienischen Universalgelehrten, Philosophen, Physikers, Mathematikers, Ingenieurs, Astronomen und Kosmologen Galileo GALILEI (1564-1642, **m.l.**) gelten als bahnbrechend (vgl. Seite 70). Er war über weite Zeiträume ebenfalls als Astrologe tätig, erstellte ‚medizinische‘ Horoskope und entdeckte diese als lukrative Einkommensquelle. Außerdem nutzte er sie, um mit maßgeblichen Persönlichkeiten seiner Zeit ins Gespräch zu kommen.

Für ihn selbst wurden zu Lebzeiten zwei Horoskope erstellt. **Kurios:** Seine Geburt am 15.2.1564 sollte ihn eigentlich zum ‚Wassermann‘ machen.

Doch durch die Kalenderreform 1582 (Einführung des gregorianischen Kalenders, der insbesondere die Schaltjahresvorschriften des julianischen Kalenders aus dem Jahre 46 v.Chr. korrigierte) verschob sich sein Geburtsdatum auf den 25.2. Damit ist GALILEI ein astreiner ‚Fisch‘, denn bei seiner Geburt stand die Sonne nahe 6 Grad im Tierkreiszeichen ‚Fische‘.

Johannes KEPLER (1571-1630, **m.r.**), deutscher Astronom, Physiker, Mathematiker und Naturphi-

losoph, entdeckte die Gesetzmäßigkeiten, nach denen sich die Planeten um die Sonne bewegen (Keplersche Gesetze, vgl. Seite 70). Er zählt zu den Begründern der modernen Naturwissenschaften. 1600 nahm KEPLER eine Stellung als Assistent von BRAHE (s.o.) an. Die Zusammenarbeit der beiden Wissenschaftler war nicht einfach, obwohl sich ihre verschiedenen Begabungen gut ergänzten (BRAHE, der die astronomischen Ansichten von KOPERNIKUS und KEPLER nur ansatzweise teilte, war ein exzellenter Beobachter, seine mathematischen Fähigkeiten waren jedoch begrenzt, wohingegen der hervorragende Mathematiker KEPLER wegen seiner Fehlsichtigkeit kaum präzise Beobachtungen durchführen konnte). In Prag wurde KEPLER später zum kaiserlichen Astronomen ernannt. Er verfasste Horoskope auf Basis der geozentrischen Astrologie u.a. für den böhmischen Feldherrn Albrecht von WALLENSTEIN (1583-1634), einem der bekanntesten Persönlichkeiten des Dreißigjährigen Krieges (1618-48). Darüber hinaus besaß er eine Sammlung von 800 selbst gefertigten Horoskopen und erstellte über 16 Jahre hinweg täglich astrologische Wettervorhersagen (er sah den kalten Winter 1593 in Österreich voraus). Die ‚westliche‘ Astrologie hat ihre Ursprünge in Babylonien und Ägypten. Ihre noch heute erkennbaren historischen Deutungs- und Berechnungsgrundlagen erfuhr sie im hellenistisch geprägten griechisch-ägyptischen Alexandria. 109



Fortsetzung Text zum ‚Astrologie‘-Bild (Seite 108)

Das Geburtshoroskop ist in 12 ‚Häuser‘ eingeteilt, die den Tierkreiszeichen eines Jahres entsprechen. Jedes Haus hat seine eigene Bedeutung und steht für einen bestimmten Lebensansatz.

Die Sonne, die Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn sowie der Mond (der Erde) sind die klassischen Himmelskörper, die der astrologischen Deutung dienen und etwas über die jeweilige Persönlichkeit aussagen sollen.

Im Mittelteil des Bildes rechts und links sind die astronomischen bzw. astrologischen Zeichen der Gestirne abgebildet und ihnen die bereits im Altertum bekannten Metalle zugeordnet: die Sonne (Zentralstern unseres Sonnensystems, ‚Gelber Zwerg‘) dem Gold (**Aurum**), Merkur (Götterbote Mercurius, Gott der Händler und Diebe) dem Quecksilber (**Hydrargyrum**), Venus (Schönheits- und Liebesgöttin) dem Spiegelmetall Kupfer (**Cuprum**), Mars (Kriegsgott) dem Eisen (**Ferrum**), Jupiter (römischer Hauptgott) dem Zinn (**Stannum**), Saturn (römischer Gott des Reichtums und der Ernte) dem Blei (**Plumbum**, vgl. Seite 105). Später kamen dann noch die neu entdeckten Planeten dazu: Uranus (**Platin**), Neptun (**Neptunium**)

und der Zwergplanet Pluto (**Plutonium**). Dem Mond (einziger natürlicher Satellit der Erde) wurde das Silber (**Argentum**) zugeordnet (der erdfernste Punkt der Mondbahn spielt als ‚Schwarzer Mond‘ oder ‚Lilith‘ eine Rolle in der Astrologie, astronomisches Symbol: Mondsichel mit Kreuz, **o.r.**). Zu weiteren Himmelskörpern mit Bedeutung für die Astrologie und die Erstellung von Horoskopen wurden der 1977 entdeckte Asteroid Chiron (Symbol: umgedrehter Schlüssel, **m.m.,r.**) und der 1992 entdeckte Asteroid Pholus. Außerdem ist die Stellung der Sonne, der Planeten und des Mondes zueinander von Bedeutung für die Astrologie (**rote Zeichen u.m.,l.**, v.o.n.u.: Konjunktion 0°, Sextil 60°, Quadrat 90°, Trigon 120° und Opposition 180°, vgl. Seite 106). Der Schnittpunkt der Mondbahn mit der Ekliptikebene wird ‚Mondknoten‘ genannt (Symbol: absteigender Knoten, **m.r.**).

Ein wichtiger Faktor im Horoskop ist der Aszendent (das ‚Aufsteigende‘, Schnittpunkt des Osthorizonts mit der Ekliptik, den gegenüberliegenden Grad am Westhorizont bezeichnet man als Deszendenten, der im Gegensatz zur ‚ICH-Sicht‘ des Aszendenten das ‚DU‘ vertritt). Nach Ansicht der Astrologen beschreibt der Aszendent wesentliche Teile der Persönlichkeit. Zu seiner Berechnung benötigt man geografische Breite und Uhrzeit zum Zeitpunkt der Geburt.

In der Mitte des Bildes zwei Geburtshoroskope am Beispiel der beiden Autoren, links Jürgen DUNKEL geboren am 19.10.1940 um 2.30 Uhr

in Halle an der Saale (Sternbild: Waage, Aszendent: Löwe), rechts Dieter SCHNURPFEIL, geboren am 12.6.1941 um 4.00 Uhr in Dessau an Mulde und Elbe (Sternbild: Zwilling, Aszendent: ebenfalls Zwilling, vgl. Lebensläufe auf Seite 101, **m.m.**).

Das Bild wird am oberen und unteren Rand dominiert von den 12 Tierkreiszeichen (vgl. Bild *Astronomie*), die auch in der Astrologie eine bedeutende Rolle spielen:

Den Menschen, die als ‚**Steinbock**‘ (22.12.-20.1., **o.l.**) geboren sind, schreibt die Astrologie einen starken Willen zu, vorwärts zu kommen, so ähnlich wie Steinböcke verwegene Kletterer in eisiger Bergwelt sind.²⁵⁾

Die unterm Sternzeichen ‚**Wassermann**‘ (20.1.-18.2., **o.l.**) Geborenen haben viele Ideale, glauben an die Kraft der Natur, so wie unter dem Schnee des ausgehenden Winters neue Kräfte wachsen und auf den Frühlingsaufbruch warten. Sie haben eine lebhaftere Phantasie und streben sehr nach dem Fortschritt.

Die ‚**Fische**‘ (19.2.-20.3., **o.m.,l.**) sollen starke Innenkräfte haben, die sie aber ihren Mitmenschen gegenüber gern verbergen (sagt die Astrologie).

Das Jahr (des Tierkreises) beginnt mit dem Sternzeichen ‚**Widder**‘ (21.3.-20.4., **o.m.,r.**). Die am Frühlingsanfang Geborenen seien fröhliche und freigeibige Menschen, die unbeschwert in den Tag hinein leben. Ihr Pflichtgefühl sei sprichwörtlich.

Die in der schönsten Zeit des Jahres geborenen **„Stiere“** (21.4.-21.5., **o.r.**) haben einen ausgeglichenen Charakter und ein gutes Selbstvertrauen, sind sehr ordnungsliebend und korrekt.

Die im Zeichen der **„Zwillinge“** (22.5.-21.6., **o.l.**) Geborenen sollen laut Astrologie zwei Seelen in ihrer Brust tragen, so wie in dieser Jahreszeit der heiter-beschwingte Frühling in den Sommer wechselt.

Wenn die Sonne ihren höchsten Stand erreicht hat und die Reifezeit in der Natur angebrochen ist, beginnt die Zeit der **„Krebse“** (22.6.-22.7., **u.l.**). Krebs-Geborene sind astrologisch gesehen Empfindungs- und Erkenntnismenschen.

„Löwen“ (23.7.-22.8., **u.l.**) strotzen vor Kraft, ihr Selbstbewusstsein ist durch nichts zu schmälern. Man schreibt ihnen Robustheit, Großzügigkeit, aber auch Gutmütigkeit und Hilfsbereitschaft zu.

Ende August und im September reifen die letzten Früchte des Jahres. Die sehr erdverbundenen, pflichtbewußten und oft zu übergenaue **„Jungfrauen“** (23.8.-22.9., **u.m.,l.**) machen sich durch ihre Kritiklust manchmal unbeliebt, zumal sie selbst keine Kritik zu vertragen scheinen.

Die im Tierkreiszeichen **„Waage“** (23.9.-22.10., **u.m.,r.**) zur Welt gekommen, sind so ausgeglichen, wie jemand sein kann, der in den ruhigen, durch auf- und absteigende Naturkräfte ausgezeichneten Herbstanfang hineingeboren wurde.

Energisch, ungestüm und mit starkem Willen, so

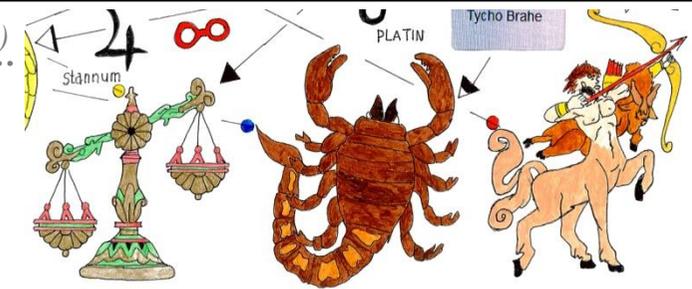
Fortsetzung Text zum **„Astrologie“-Bild** (Seite 108)

beschreiben Astrologen die in den trüben November hineingeborenen **„Skorpione“** (23.10.-22.11., **u.r.**). Ihr Selbstbewusstsein und ihre Selbstbeherrschung sind bewundernswert. Bildlich soll der Giftstachel des Skorpions Wucht und List symbolisieren, mit der sie sich dem entgegenstellen, was sie stört.

Tiefer stehende Sonne, kürzer werdende Tage lassen auch die **„Schützen“** (23.11.-20.12., **u.r.**) zur Ruhe kommen. Sie lieben die Gerechtigkeit und ihre Unabhängigkeit, handeln instinktiv und gelten als unverbesserliche Optimisten.

Die 12 Tierkreiszeichen werden seit altersher entsprechend ihrer astrologischen und alchemistischen Eigenschaften in die vier antiken Elementgruppen eingeteilt (vgl. Seite 12): **Feuerzeichen** (Bild und alchemistisches Zeichen, **m.l.,o.**) sind Widder, Löwe und Schütze (Bild und Tierkreiszeichen am Rande sind jeweils durch Striche mit entsprechend gefärbten Endpunkten miteinander verbunden). **Erdzeichen** (**m.l.**) sind Stier, Jungfrau und Steinbock. Dem Element **Luft** (**m.l.**) sind Zwillinge, Waage und Wassermann, dem Element **Wasser** (**m.l.,u.**) Krebs, Skorpion und Fische zugeordnet.

Die Kraftwerte (Qualität) der einzelnen Tierkreiszeichen weist die Astrologie so aus: die Hauptkraft (Bild: Anzeige Benzintank voll! Jeweils durch Striche mit schwarzen Dreiecken als Endpunkte miteinander verbunden) besitzen Widder, Krebs, Waage und



Steinbock (**m.r.,o.**). Fixe Kraft (Tank halb voll, Dreiecke nur zur Hälfte schwarz) können Stier, Löwe, Skorpion und Wassermann entfalten (**m.r.**). Geringe Kraft (Tank leer, leeres Dreieck mit dünnem Strich) besitzen Zwillinge, Jungfrau, Schütze und Fische (**m.r.,u.**).

Es ist schon etwas dran, dass mit der Geburt ein bestimmter Lebensverlauf initialisiert wird und die in einem gemeinsamen Zeitraum Geborenen vergleichbare Eigenschaften besitzen und ähnliche Verhaltensweisen an den Tag legen. Dabei ist allerdings zu bedenken, dass für die Entwicklung und den Verlauf eines Lebens nur in Teilen der Zeitpunkt der Geburt, vor allem aber Erziehung und Bildung sowie später im Leben der Wille zur eigenen Lebensgestaltung entscheidend sind.

Im Gegensatz zu früheren Zeiten wird die Astrologie (s.o.) heute als Naturwissenschaft streng abgegrenzt von der als Pseudowissenschaft geltenden Astrologie.

Das **„Astrologie“-Bild** wurde im Format 40x30 cm im Mai/Juni 2021 gezeichnet.

ANTIKE

ROMANIK

GOETJK

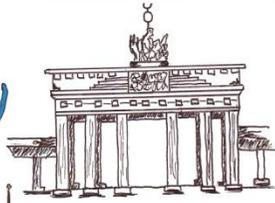
RENESSANZ

BAROK

KOKOKO

KLASSIZISMUS

NEUE WILDE



ROMANISCH

NEUE WILDE



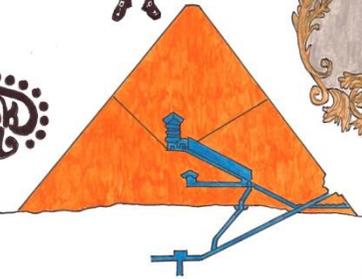
REALISMUS

KONZEPTKUNST



HISTORISMUS

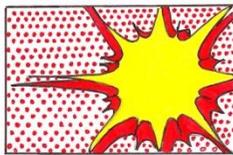
PHOTOREALISMUS



IMPRESSIONISMUS

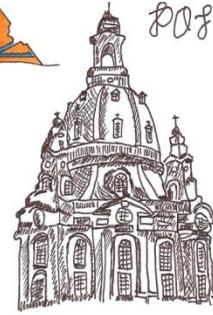
PHOTOREALISMUS

POP ART



POST IMPRESSIONISMUS

ABSTRAKTER REALISMUS



SYMBOLISMUS



JUGENDSTIL

MAGISCHER REALISMUS



FAUVISMUS

KONSTRUKTIVISMUS



KUBISMUS



EXPRESSIONISMUS

SURREALISMUS

DADAISMUS

ABSTRAKTION

EXPRESSIONISMUS

FUTURISTIK

„Kunstgeschichte“

Haben wir uns im vorherigen Bild bereits merklich von den exakten Naturwissenschaften mit ihren objektiv wirkenden Naturgesetzen („*der Apfel fällt immer vom Baum auf die Erde*“) entfernt und uns den menschengemachten Regeln, Gesetzen und Interpretationen zugewandt (wie bei der Astrologie), so richten wir jetzt unser Augenmerk auf ein sehr interessantes Gebiet der Geisteswissenschaften.

Die **Kunstgeschichte** (Kunstwissenschaft, veraltet auch Kunsthistorik) ist eine geisteswissenschaftliche Disziplin, die Architektur, Bildende Kunst und Kunsthandwerk (einschließlich ihrer Theorien und Praktiken) vom Mittelalter bis in die Gegenwart zum Gegenstand hat. Das Spektrum des kunsthistorischen bzw. kunstwissenschaftlichen Arbeitens reicht von formalen und ikonographischen, stilistischen und materiellen Analysen über entwurfstheoretische, kunstpraktische und rezeptionsästhetische Untersuchungen bis hin zu sozialen, politischen und gesellschaftlichen Interpretationen von Kunst und Architektur in ihren lokalen, regionalen und globalen Zusammenhängen.^{3b)}

Obwohl es eine von uns noch heute bewunderte Kunst schon im Altertum (Beispiel: Goldene Totenmaske des TUTENCHAMUN, ägyptischer Pharaos, 18. Dynastie, 1332-1323 v.Chr., 3. Reihe, **o.l.**)^{3a)} und in der Antike gab, spricht man erst seit dem 19. Jh. von einer eigenständigen Disziplin „Kunstgeschichte“.

Die **Antike** (Epoche im Mittelmeerraum, um 800 v.Chr. bis ca. 600, Schriftzug in jeweils angepasster Schriftart: 1. Reihe, **o.l.**) umfasste Kunst und Geschichte des antiken Griechenland und des Römischen Reiches (Beispiele: ‚Diskuswerfer von Myron‘, bekannteste griechische Statue, 490-450 v.Chr., Replik von Bildhauer Julius-Paul SCHMIDT-FELLING, 1835-1920, 2. Reihe **o.r.**, Reihe von Kapitellen, v.l.n.r.: Toskanisch, Dorisch, Ionisch, Korinthisch und Komposit, 4. Reihe, **m.l.**, Cheops-Pyramide von Giseh, v.o.n.u.: Königskammer, Große Halle, Königinnenkammer, unterirdische Kammer, 4. Dynastie, 2630-2525 v.Chr., 4./5. Reihe, **m.m.**).

Der Architekturbaustil der **Romanik** (um 950 bis ins 12./13. Jh., 1. Reihe, **o.l.**) ist gekennzeichnet durch Rundbögen, meist sehr kleine Rundbogenfenster, Wände aus wuchtigen Steinmassen und Säulen mit blockartigen Kapitellen (Benediktiner-Abtei St. Michael, Hildesheim, 5. Reihe, **m.m.,l.**).

Demgegenüber baute man in der **Gotik** (Früh-, Hoch- und Spätgotik, Mitte 12. Jh. bis um 1500, 1. Reihe, **o.m.,l.**) hoch hinaus und durch die großen, hohen Spitzbogenfenster konnte viel mehr Licht in die Innenräume dringen. Aber erst durch die Konstruktion des gotischen Kreuzrippengewölbes mit den tragenden Rippen konnte sich dieses neue Bausystem entwickeln, das Gewölbezuschnitte über verschiedensten Grundrissen und eine weitgehende Durchbrechung der Wände ermöglichte.

Erst die Anfang des 12. Jh. deutlich verbesserte Glasherstellung, das Blasen von Flachglas und Hohlglas sowie die Entwicklung der zugehörigen Ofentechnologie ermöglichten die Herstellung großer Kirchenfenster, die zudem durch Künstler mit sehr farbenfrohen Glasgemälden verschönert worden sind (gotisches Buntglasfenster, 6. Reihe, **m.l.,u.**, Fragmente gotischer Verzierungen, 2. Reihe, **o.m.,r.**, Kölner Dom, 1248 begonnen und erst 1880 vollendet, von Kunsthistorikern als ‚vollkommene Kathedrale‘ bezeichnet, im Bild als Beispiel die Silhouette der ‚Blauen Türme‘ der spätgotischen Kirche ‚Unser lieben Frauen‘ in Halle/Saale, 3. Reihe, **o.l.**).

Die **Renaissance** (‚Wiedergeburt‘, europäische Kultur-epoche in der Zeit des Übergangs vom Mittelalter zur Neuzeit, 15./16.Jh., 1. Reihe, **o.m.**) war gekennzeichnet durch die Wiederbelebung der kulturellen Leistungen der griechischen und römischen Antike. Die Ära der Renaissance ging von den rivalisierenden Stadtrepubliken Norditaliens aus (Beispiele: Florenz und Siena) und dehnte sich auf alle Kunstgattungen aus. Zu Wegbereitern wurden humanistische Gelehrte, die das historische Schriftgut erschlossen (Beispiele: ein Armlehnstuhl, 3. Reihe, **o.m.,l.**, aufwendige Frisuren, 6. Reihe, **u.r.**).

Beim **Barock** (Epoche europäischer Kunstgeschichte, Früh-, Hoch- und Spätbarock, vom Ende 16. Jh. bis ca. 1760/70, Schriftzug im Bild ohne c, 1. Reihe, **o.m.,r.**)



Fortsetzung Text **„Kunstgeschichte“** (Seite 112)

in Anlehnung an die klassizistische Epoche als universell sich einpassende und harmonische klassische Architektursprache verwendet. In Preußen wurde der Klassizismus sogar zur staatstragenden Architektur (Brandenburger Tor in Berlin, erbaut 1789-93, 2. Reihe, **o.l.**).

Aufbauend auf den bis ins 19. Jh. aufeinander folgenden ‚klassischen‘ Kunststilepochen (Antike bis Klassizismus, s.o.) entwickelten sich nunmehr viele Kunststilrichtungen parallel zueinander.

Die **Romantik** (Ende 18. Jh. bis weit in das 19. Jh., 2. Reihe, **o.r.**) äußerte sich insbesondere auf den Gebieten der bildenden Kunst, der Literatur und der Musik (Bild von Caspar David FRIEDRICH, 1774-1840, ‚Wanderer über dem Nebelmeer‘, 2. Reihe, **o.r.**).

Der **Realismus** (1848-90, 2./3. Reihe, **o.r.**) drückt die Hinwendung zu einer teilweise als ‚unschön‘ empfundenen Wirklichkeit aus, in der das Alltagsleben oder Probleme mit der Umwelt und Technik stärker ins Blickfeld geraten.

Unter **Historismus** (spätes 19. und frühes 20. Jh., 3. Reihe, **o.r.**) versteht man das verbreitete Phänomen, dass Architekten und Künstler auf Stilrichtungen vergangener Jahrhunderte zurückgriffen (Neoromanik, Neogotik, Neorenaissance, Neobyzantinismus und Neobarock). In Deutschland und Europa entstanden in dieser Zeit vielfältige Bauwerke, bei deren Bau man historische Stilelemente aufgriff.

Es gab eine regelrechte Burgenrenaissance. Es entstanden repräsentative Villenkolonien, aber es wurden in dieser Zeit auch Reformprojekte beflügelt (z.B. die Gartenstadtbewegung).

Der in der französischen Malerei entstandene **Impressionismus** (lat. ‚Eindruck‘, Stilrichtung in der 2. Hälfte des 19. Jh., 4. Reihe, **m.r.**) ist gekennzeichnet durch die stimmungsvolle Darstellung von flüchtigen Momentaufnahmen einer Szenerie (zwei Frauenporträts, 2. Reihe, **o.m.l.**). Wir finden ihn in Malerei, Musik, Literatur, Fotografie und Film. Zwischen 1880 und 1905 werden verschiedene Malstile als **Post-Impressionismus** (5. Reihe, **m.r.**) zusammengefasst (Schwerpunkt: Frankreich mit Werken von Paul CÉSANNE, 1839-1906, Paul GAUGUIN, 1848-1903, Vincent van GOGH, 1853-90, Henri de TOULOUSE-LAUTREC, 1864-1901 u.a.). Spielarten des Post-Impressionismus sind: **Symbolismus** (1880-1910, 6. Reihe, **m.r.**) und **Fauvismus** (Nachfolger des Post-Impressionismus, Anfang 20. Jh., 7. Reihe, **u.r.**).

Der **Jugendstil** (frz.: ‚Art nouveau‘, ital.: ‚Stile liberty‘, an der Wende 19./20. Jh., 6. Zeile, **m.r.,u.**) war eine Gegenbewegung junger Künstler und Kunsthandwerker zum rückwärtsgewandten Historismus und zu der als seelenlos verstandenen Industrialisierung (Frauenkopf, 7. Reihe, **u.r.**). Der Blick richtete sich auf neue Materialien (Beton oder Eisen) und auf neue Baumethoden (war nur im deutschsprachigen Raum, den Niederlanden, Ungarn, den nordischen Ländern und in Lettland in Gebrauch).

handelt es sich nicht um einen völlig einheitlichen Stilbegriff, da es innerhalb des Barockzeitalters sehr verschiedene künstlerische Ausprägungen und Unterströmungen gab, nicht zuletzt auch große Unterschiede in verschiedenen Gegenden und Ländern (Beispiele: Esszimmerstuhl, 3. Reihe, **o.m.**, Muster, 4. Reihe, **m.m.**, Dresdner Frauenkirche, 5. Reihe, **m.r.**).

Das **Rokoko** (von Frankreich ausgehende Stilrichtung europäischer Kunst, etwa 1720-80, 1. Reihe, **o.r.**) unterscheidet sich vom Barock durch Verspieltheit und ein immer wieder auftretendes asymmetrisches Ornamentmotiv. Der Name entstammt dem französischen Wort ‚Rocaille‘ (Muschelwerk) und wurde 1797 vom Maler Pierre Maurice QUAYS geprägt (Beispiele: Herrenmode, 3. Reihe, **o.m.** und ein Spiegelrahmen, 4. Reihe, **m.r.**).

Der **Klassizismus** (kunstgeschichtliche Epoche im Zeitraum 1770-1840, Schriftzug: 1. Reihe, **o.r.**) als künstlerischer Gegenentwurf zum Barock basiert in der Architektur auf dem Formenkanon des griechischen Tempelbaus und lehnt sich teilweise an die italienische Frührenaissance an. Er hat sich von

Ab 1906 entstand in Frankreich aus einer Bewegung der Avantgarde in der Malerei der **Kubismus** (7. Reihe, **u.r.**, Bild **u.m.,l.**), der eine neue Denkordnung in der Malerei schuf. Maßgebliche Begründer waren Pablo PICASSO (1881-1973) und Georges BRAQUE (1882-1963). In Italien bildete sich ab 1909 als avantgardistische Kunstbewegung der **Futurismus** heraus (Futuristik, 9. Reihe, **u.r.**).

Der **Expressionismus** (9. Reihe, **u.m.,r.**) ist im ausgehenden 19. Jh. eine Bewegung gegen die Tendenzen des Naturalismus. Es überwiegt die expressive Ebene mit ihren starken Ausprägungen gegenüber der ästhetischen, appellativen und sachlichen Ebene.

Abstrakte Kunst (9. Reihe, **u.m.**) ist eine Sammelbezeichnung für die nach 1900 in Erscheinung tretenden Kunstrichtungen des 20. Jh., die als bildnerisches Gestaltungsmittel vom Gegenstand abstrahiert und teils völlig losgelöst von Natur und realen Gegenständen agieren (in der Verbreitung der Fotografie mit ihrer neuen Qualität der Naturwiedergabe wird eine der Ursachen für das Entstehen der abstrakten Kunst gesehen).

Der 1916 begründete **Dadaismus** (9. Reihe, **u.m.,l.**) zeichnete sich durch die Ablehnung konventioneller Kunst und Kunstformen aus. Die Künstler äußerten Zweifel an allem, standen für absoluten Individualismus und die Zerstörung von gefestigten Idealen und Normen (Bild, 6. Reihe, **m.m.**). Von

Fortsetzung Text **„Kunstgeschichte“** (Seite 112)

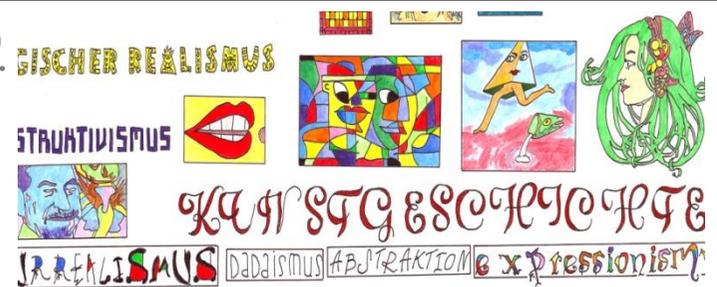
ihm gingen erhebliche Impulse auf die Kunst der Moderne und der zeitgenössischen Kunst aus.

Neue Erfahrungen und Erkenntnisse berücksichtigte seit den 1920er Jahren die geistige Bewegung des **Surrealismus** (9. Reihe, **u.l.**, Bild von Wolfgang LETTL, 1919-2008, 7. Reihe, **u.m.,r.**).

Demgegenüber stellt der **magische Realismus** (7. Reihe, **u.l.**) die Verschmelzung von realer Wirklichkeit (greifbar, sichtbar, rational) und magischer Realität (Halluzinationen, Träume) dar (der Übergang zum Surrealismus ist fließend).

In den 1940-60er Jahren wurde in Nordamerika der **abstrakte Expressionismus** bekannt (Schriftzug Abstrakter Realismus, 6. Reihe, **m.l.**, Kunstrichtung der modernen Malerei, Hauptströmungen: ‚Action Painting‘ und ‚Farbfeldmalerei‘), Mitte der 1950er Jahre wurde dann die **Pop Art** (5. Reihe, **m.l.**) zur vorherrschenden künstlerischen Ausdrucksform (Bild ‚Gepunktete Explosion‘, 7. Reihe, **m.l.**). Danach entwickelte sich in den USA der extrem naturalistische **Fotorealismus** (4. Reihe, **m.l.**, 1960/70er Jahre, Bild ‚Roter Mund, 7. Reihe, **u.l.**).

In den 1960ern steht die **Konzeptkunst** (3. Reihe, **o.l.**) für eine Weiterentwicklung der abstrakten Malerei. Die Kunst der 1970er Jahre wurde durch die **Feministische Avantgarde** (4. Reihe, **m.l.**) beeinflusst, die erstmals weibliche Erotik aus der Sicht von Frauen zeigte, oft fernab des normierten Schönheitsbegriffes.



In den 1970/80er Jahren traten unter dem Label **Neo Geo** und **Junge Wilde** (2. Reihe, **o.l.**) junge Künstler aus Deutschland und Österreich mit subjektiver, unbekümmerter und lebensbejahender Malerei an die Öffentlichkeit (Bild ‚Neominimalismus – Neue Geometrie‘, 6. Reihe, **m.m.,r.**, Bild des Neoexpressionismus von Markus LUPERTZ, 2./3. Reihe, **o.r.**).

In der 1. Hälfte des 20. Jh. entwickelte sich in der Sowjetunion der **Konstruktivismus** (7. Reihe, **u.l.**), eine streng gegenstandslose Stilrichtung der Moderne, die zeitweise den Charakter einer politischen Bewegung entwickelte.

Das Bild von Ulrich BAEHR (*1938) ‚Stalin als lächelnde Lichtgestalt‘ ist ein Beispiel für den **sozialistischen Realismus** (8. Reihe, **u.l.**).

„**Kunst kommt von Können.**“ *Dtsch. Sprichwort*⁵

„**Die Kunst ist zwar nicht das Brot, aber der Wein des Lebens.**“ *Jean PAUL* (1763-1825)^{3a,4}

„**Die Kunst ist etwas, was so klar ist, dass es niemand versteht.**“ *Karl KRAUSS* (1859-1906)^{3a,4}

DEUTSCHE WAPPENROLLE

ER. ALDIK

Rebus

Kolonie

Rätsel

Staat Stadt Gemeinde Pabst Adel Handwerk Handwerk Bauer Phantasie Bastard Haus

„Heraldik“

Die **Heraldik** (Wappenkunde, Lehre von den Wappen, Heroldskunst) beschäftigt sich mit der Entstehung, Veränderung und Bedeutung von Wappen sowie mit dem richtigen Gebrauch (Wappenrecht) im Sinne einer historischen Hilfswissenschaft. Viele Künstler aller Epochen haben sich in die Gestaltung von Wappen eingebracht (Wappenkunst).^{3b)}

32 verschiedene Formen von Wappenschilden sind nach den verbindlichen heraldischen Regeln des Wappenrechtes und der Wappenkunst dargestellt (**o.l.** bis **o.r.**). Im Schriftzug H des Titels sind 25 Beispiele von Heroldsstücken enthalten (**innerhalb H links v.o.n.u.**: Silber und Rot gespalten, Blau und Gold 3x gespalten, in Grün ein silberner Pfahl, Rot und Gold geteilt, in Silber ein schwarzes Schildhaupt, in Gold ein schwarzer Schildfuß, in Rot ein silberner Balken, Silber und Schwarz geviert, Silber und Rot/Schwarz/halbgeteilt gespalten, Rot und Silber geschacht, **innerhalb H rechts v.o.n.u.**: in Blau ein goldenes Obereck, in Rot ein silbernes Ort, Grün und Gold durch rechte Stufe geteilt, Schwarz und Gold geständert, in Blau eine silberne Spitze, in Rot ein goldener Sparren, in Gold ein blauer Schrägrechtsbalken, in Schwarz eine goldener schrägrechter Wellenbalken, Silber und Blau schrägrechts geweckt, Blau mit silbernem Bord, **innerhalb H mittig v.l.n.r.**: Rot und Gold geschindelt, blauer Schräglinksbalken in Gold, Rotes Kreuz in Silber, blauer Schrägrechts-Zinnenbalken in Gold, Rot geschachtelter Balken in Gold, **m.m.**).

Die Kugel als Wappenfigur weist diverse grundlegende Anordnungen auf (Wappenbilderordnung des Herold-Vereins, 10 Wappenschilder, **m.l.** bis **u.l.**).

Für die Farbgebung (Tingierung) der Wappen werden Metalle, Farben und heraldisches Pelzwerk verwendet: als **Metalle** Gold und Silber und als **Farben** Rot, Blau, Grün und Schwarz, abweichend auch Purpur, Braun, Grau und Fleischfarben (in den 32 Wappenschildern am oberen Rand fortlaufend und mehrfach dargestellt, **o.l.** bis **o.r.**, Erfinder Jan Baptist ZANGRIUS, †1606, schlug vor, die Farben auch durch Schraffierung darzustellen, **u.m.**). **Heraldisches Pelzwerk** (Kleinspalt) wird eingeteilt in Kürsch (Grauwerk, einfachste Form), Feh (aus Fellen des grauen Eichhörnchens), Hermelin (aus Hermelinfellen) und Plumeté (Federwerk, mit Federn gerautet, Beispieleiste v.l.n.r.: Hermelin, Gegenhermelin, Wolkenfeh, Gegenfeh, Sturzfeh, Wogenfeh, Sturzkrückenfeh, Kürsch, **u.m.** bis **u.r.**).

Die heraldische Farbregel besagt: Wegen der **Kontrastwirkung** (ein Wappen muss aus großer Entfernung zu identifizieren sein) dürfen **Metalle nicht an Metalle und Farben nicht an Farben grenzen** (Ausnahme: die Bewehrung am schwarzen Bundesadler gilt nicht als Regelverstoß, **u.l.**).

Am unteren Rand des Bildes verschiedene öffentliche, amtliche und private Wappen (v.l.n.r.: dtsh. Staatswappen / Stadtwappen Halle/Saale / Gemeindewappen Langenbogen / Papstwappen Johannes PAUL II. / Adelswappen König HEINRICH IV. / zwei Handwerkswappen der Zunft der Maurer und Schuhmacher / Bauernwappen Carsten HEIN aus Schiffdorf, um 1805 / ein Phan-

tasiewappen nach Michael TOLKINS, *1950, Roman ‚Fantasiewelt Mittel Erde‘ / ein Bastardwappen des DUCs de VENDOME aus einer Nebenlinie des Hauses BOURBON, 1598-1727, Kennzeichen außerehelicher Söhne ist der rote Bastardfaden, ein Hauswappen, um 1575 / ein Rätselwappen der Schweizer Gemeinde Kaiserstuhl im Kanton Aarau, das gegen die heraldischen Farbenregeln verstößt / ein vorkoloniales Wappen des Munhumutaba-Reiches im südlichen Afrika, Simbabwe/Mosambik, von 1569 / ein rebusartiges Redenswappen der Stadt Offenburg, **u.l.** bis **u.r.** und aufwärts bis **m.r.**).

Beispiele zum richtigen Gebrauch der Wappenkunde (mehr als 100 solcher Wappenschilder gelten als wichtige Quellen der Heraldik): das Mühleisenkreuz (aus den Handschriften des engl. Historikers Matthäus PARISIENSIS, 1200-59) / zwei Heroldstücke mit Schneckenschnitt sowie mit Sparren und Lindenblättern (v.l.n.r., **o.r.**).

Zum Aufbau eines Familienwappens gehören: Wappenschild, Helm, Helmdecke, Helmwulst und Helmzier (v.u.n.o., **m.m.**). Als Beispiel das Familienwappen der Familie DUNKEL (der Äskulapstab für die Medizinerin mit Wurzeln in Sachsen, die Retorte für den Chemiker mit Ahnen in Beuren/Eichsfeld, das Logo der ‚California Republic‘, wo die nächste Generation heranwächst, im H des Titels, **m.m.,r.**).

Der Verein Herold (Wappen, **m.r.**) führt die Deutsche Wappenrolle (bisher 78 Bände, **o.l.**). Dort werden alle Wappen eingetragen und geprüft (Beispiel: Wappen des heraldischen Vereins ‚Zum Kleeblatt‘, **o.m.**).

Das ‚Heraldik‘-Bild wurde im Format 40x30 cm im April/Mai 2021 gezeichnet.



„Weltreligionen“

Religion ist der Glaube an bestimmte transzendente, übernatürliche Kräfte (dabei häufig auch an heilige Objekte gebunden), oftmals begleitet von dem Bewusstsein einer Abhängigkeit von überirdischen bzw. übersinnlichen Mächten.^{3b)}

Die Religionsstifter bzw. Propheten übermittelten ihre Lehren und Botschaften oft als ‚Offenbarungen‘. Um ihre Inhalte vielen Menschen näherbringen zu können, fassten sie diese vielfach in Gleichnisse und eigens dafür konstruierte Symbolsysteme. Aussagen über Religiosität sind Anschauungen ohne Erklärungsbedarf und halten in den meisten Fällen einer wissenschaftlichen Untersuchung und Betrachtung nicht stand.

Religion kann Wertvorstellungen beeinflussen sowie menschliches Verhalten, Denken und Handeln sehr stark prägen. Sie erfüllt dabei eine Reihe von ökonomischen, politischen und psychologischen Funktionen. Diese umfassenden Eigenschaften von Religion bergen in sich aber auch das Risiko der Bildung tiefreligiöser Ideologien.

Der Begriff **Weltreligion** ordnet die unterschiedlichen und vielfältig verbreiteten Religionen in ein grobes Raster ein. Einige zeichnen sich durch eine hohe Anzahl ihrer Anhänger und eine weite, überregionale Verbreitung aus und erheben daraus einen universalen Anspruch.

Das Bild der Weltreligionen wird andeutungsweise umrandet von den Strahlen einer Monstranz (lat.: ‚monstrare‘ - zeigen, kostbares, mit Gold und oft auch mit Edelsteinen gestaltetes liturgisches Schaugerät mit einem Fensterbereich, in dem eine Hostie, das Allerheiligste, bei Gottesdiensten und Prozessionen in der römisch-katholischen Kirche zur Verehrung und Anbetung feierlich gezeigt wird). In der Mitte des Bildes gruppieren sich um die Erdkugel die fünf am meisten verbreiteten Weltreligionen (**m.m.**):

Das **Christentum** (auch **Christenheit**, **m.r.**) ist eine aus dem Judentum hervorgegangene Weltreligion, die weltweit ca. 2,3 Mrd. Gläubige vereint (Stand: 2009). Der Fisch gilt seit Entstehen des Christentums um die Zeitenwende als Erkennungszeichen der Christen untereinander (jeder Anfangsbuchstabe des griechischen Wortes für Fisch, ΙΧΘΥΣ, bildet zugleich die Anfangsbuchstaben des religiösen Spruches: ‚Jesus Christus, Gottes Sohn, Erlöser‘). Im Christusmonogramm XP bilden die beiden griechischen Buchstaben Chi (Χ) und Rho (Ρ) die Anfangsbuchstaben von ‚Christus‘ (ΧΡΙΣΤΟΣ). Es erscheint häufig mit dem ersten (Alpha, Α) und letzten (Omega, Ω) Buchstaben des griechischen Alphabets als Symbol des allumfassenden Gottes. Die Wesenseinheit Gottes drückt sich aus in der Dreieinigkeit (Trinität) von ‚Vater‘ (Gottvater), ‚Sohn‘ (Jesus Christus, Sohn Gottes) und ‚Heiligem Geist‘ (Geist Gottes).

Das Oberhaupt der römisch-katholischen Kirche

ist der Papst (‚Pontifex Maximus‘). Er ist gleichzeitig Bischof von Rom. Er trägt die Papstkrone (‚Papal Tiara‘) und residiert im Apostolischen Palast in Vatikanstadt (nach Fläche und Bevölkerungszahl der kleinste allgemein anerkannte Staat der Erde und der einzige mit Latein als Amtssprache. Der Stadtstaat liegt innerhalb der italienischen Hauptstadt Rom und ist damit als Enklave vollständig von Italien umgeben). Die Anrede des Papstes lautet: ‚Heiliger Vater‘. Wichtigster Ort des Katholizismus ist der Petersdom in Rom, eine der größten und bedeutendsten Kathedralen der Welt.

Das Gotteshaus ist die Kirche, das Buch der christlichen Lehre die Bibel (‚Heilige Schrift‘), das wichtigste Symbol das Kreuz. Der christliche Ritus zur Aufnahme in die christliche Gemeinschaft ist die Taufe (das Begießen mit Wasser steht für das Leben, das Taube-Zeichen für den heiligen Geist und das Schlagen des Kreuzes für den Glauben). Feiertage sind Weihnachten (Fest der Geburt Jesu), Karfreitag (Tod Jesu) und Ostern (Fest Jesu Auferstehung).

Im 16. Jh. spaltete sich die christliche Kirche nach einer mittelalterlich düsteren Zeit der Inquisition und unwürdigen Ablasshandels nach harten inneren Kämpfen auf. Angeführt wurden diese durch Geistliche, die mit diesen Verhältnissen unzufrieden waren, wie z.B. Jan HUS (um 1370-1415)^{3a)} in Böhmen, Martin LUTHER (1483-1546)

Das Gotteshaus ist die Moschee (**m.o.,m.**), das heilige Buch der Koran, das Symbol die Mondsichel des zunehmenden Mondes mit Stern („Hilal“). Frauen sollen/müssen verschleiert gehen (v.l.n.r.: Hijab, Chador, Niqab und Burka, **o.m.**).

Der **Hinduismus (o.l.)** ist mit rund einer Mrd. Anhängern (ca. 15 % der Weltbevölkerung) nach dem Christentum (rund 31 %) und dem Islam (rund 23 %) die drittgrößte Religionsgruppe der Erde. Der Hinduismus ist ein vielgestaltiger Religionskomplex, der seinen Ursprung in Indien hat und in sich verschiedene Religionen vereint, die sich in ihren gemeinsamen Traditionen teilweise überlagern und gegenseitig beeinflussen, aber in ihren heiligen Schriften, Glaubenslehren, der Götterwelt und Ritualen Unterschiede aufweisen.

Die höchsten indischen Götter bilden ein ‚Trimurti‘ (Dreieinigkeit), das Werden und Vergehen symbolisiert: Brahma, der die Dreiheit verkörpernde Schöpfer und Erschaffer der Welt (**o.l.,m.**), Vishnu, der Bewahrer und Erhalter (**m.l.**) und Shiva, der Vollender und Zerstörer der Welt (im Bild zwischen beiden, **o.l.**).

Das Wort ‚Hindu‘ stammt aus dem Persischen und bezeichnet den Fluss Indus. Der bekannteste Hindu der Neuzeit ist Mahatma GHANDI (1869-1948), indischer Rechtsanwalt, Morallehrer, Asket und Pazifist, der geistiger und politischer Anführer der indischen Unabhängigkeitsbewegung war.

Fortsetzung Text ‚Weltreligionen‘ (Seite 118)

Gotteshaus ist der Hindu-Tempel, meist ein gewaltiger Sakralbau (**m.m.,l.**). Als Symbol des Hinduismus wird das OM-Zeichen wahrgenommen (gesprochen AUM, im Bild links neben dem Tempel), das die drei Lebensstationen Geburt, Leben und Tod in sich vereint.

Bedeutende Feste sind das aus hinduistischer Überlieferung stammende indische Frühlingsfest am ersten Vollmondtag des Monats ‚Phalgun‘ (Februar/März, Holi-Fest, Symbol, **o.m.,l.**) zur Vernichtung der Dämonen und das aller drei Jahre stattfindende ‚Fest des Kruges‘ (‚Kumb Mela‘-Fest, größtes Fest des Hinduismus und der Welt). Im Hinduismus ist die Kuh heilig und in Folge dessen ist das Essen von Rinderfleisch verboten.

Der **Buddhismus (u.l.)** ist mit weltweit bis zu einer halben Mio. Anhängern die kleinste der hier vorgestellten Weltreligionen. Im Gegensatz zu den anderen großen Religionen hat der Buddhismus nicht die Verehrung eines allmächtigen Gottes zum Gegenstand (ist also keine theistische Religion). Die buddhistischen Lehren gründen sich auf umfangreiche philosophisch-logische Überlegungen, Leitlinien und Grundsätze zur Lebensführung, wie es auch im chinesischen Daoismus und Konfuzianismus der Fall ist. Ein wichtiges Element im Buddhismus ist die Praxis der Meditation.



Im Buddhismus hat das Leben keinen Anfang und kein Ende. Die acht Speichen des Rades (**u.m.,l.**) symbolisieren den edlen Pfad des Lebens, den Buddha gegangen ist. Siddhartha GAUDAMA (563-483 v.Ch.) lehrte als ‚Buddha‘ (der ‚Erwachte‘, **u.l.**) und wurde als solcher zum Begründer des Buddhismus (der Pali-Kanon ist die älteste überlieferte Sammlung seiner Lehreden).

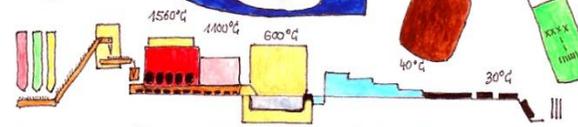
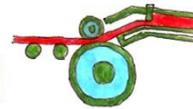
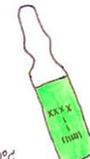
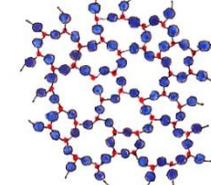
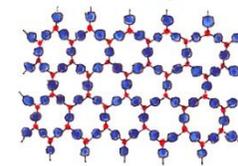
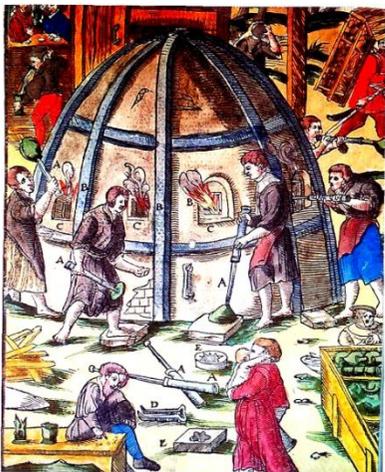
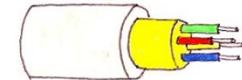
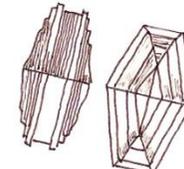
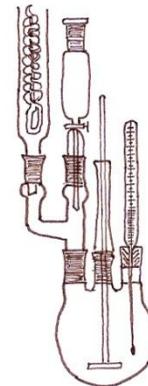
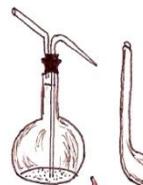
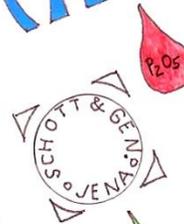
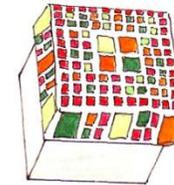
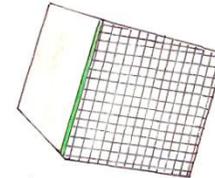
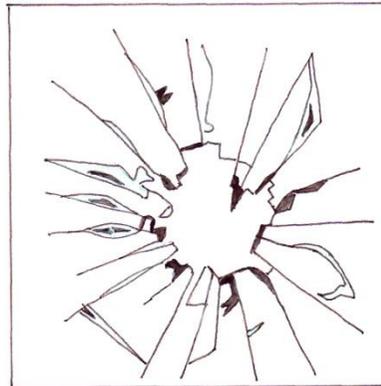
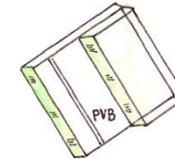
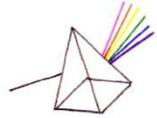
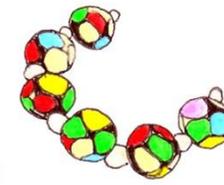
Grundlage der buddhistischen Lehre bilden die vier edlen Wahrheiten: Alles Dasein ist Leiden (Das Leiden), Woher kommt das Leid? (Ursache des Leidens), das Ende des Leids ist möglich (Beendigung des Leidens) und der Weg zum Ende des Leids (der Pfad der Ausübung, **u.m.,l.**).

Der Ort der Religion ist der buddhistische Tempel, das Symbol das ‚Dharmachakra‘ (‚Rad des Gesetzes‘), der höchste Feiertag ‚Vesakh‘ (‚Buddha-Tag‘).

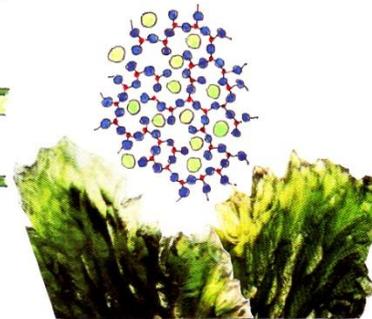
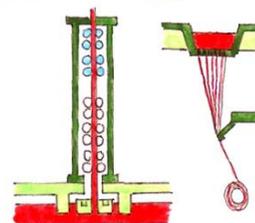
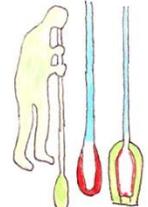
Der Dalai Lama ist der höchste lebende, tibetianische buddhistische Meister (gilt als ‚Reinkarnation‘ früherer Meister, der gegenwärtige 14. Dalai Lama ist der buddhistische Mönch Tenzin GYATSO, *1940).

Das Bild ‚Weltreligionen‘ wurde im Format 40x30 cm im Januar/Februar 2021 gezeichnet. 121

Vorsicht Glas!



Rohstoffe Mischen Schmelzen Läutern Feuerpolieren kühlen Schneiden Brechen Lagern



„Glas“

Wie durch ein ‚Brennglas‘ haben wir auf unserem ungewöhnlichen Streifzug durch ausgewählte Lebens- und Wissensbereiche, quasi bei einem geistigen Spaziergang, Vergangenheit und Gegenwart unseres Daseins aus dem Blickwinkel zweier Naturwissenschaftler und Industriechemiker gemeinsam betrachten können.

Gestartet sind wir mit den von den antiken Gelehrten definierten, für uns Menschen lebenswichtigen ‚Urelementen‘ Wasser und Luft (Seiten 8 und 16, wobei es sich bei diesen Urelementen nicht um Elemente im MENDELEJEWSchen Sinne gehandelt hat, sondern um Verbindungen und deren Gemische). Das Urelement Feuer haben wir unmittelbar vor dem Energiebild präsentiert und besprochen (Seite 36). Das Vierte der Urelemente, die Erde, ist bereits in den Bildern Landwirtschaft (Seite 28), Bergbau (Seite 46) und Geologie (Seite 54) präsent gewesen. Da der Begriff ‚Erde‘ aber nicht nur die Substanz meint, auf der und durch die wir leben (Erdoberfläche, Land, Felder, Humus, Lehm, Gestein) sondern begrifflich auch für den Planeten Erde steht (fünftgrößter Planet unseres Sonnensystems, mit einem Durchmesser von ca. 12.700 km, einem Alter von etwa 4,6 Mrd. Jahren), haben wir damit auch schon in den Bildern Meteorologie (Seite 32), Geographie (Seite 56) und Astronomie (Seite 104) Bekanntschaft gemacht.

In unserem letzten Themenbild steht Glas wegen

seines silikatischen, erdgebundenen Ursprungs letztlich auch für das Urelement ‚Erde‘. Damit schließt sich unser historischer, ungewöhnlicher Streifzug mit Blick auf Teilbereiche unseres Lebens und der Wissenschaften.

„*Glück und Glas, wie leicht bricht das!*“ Wie wahr! Diese alte Volksweisheit wird uns in unserem letzten Themenbild durch die zersprungene Fensterscheibe und die Titelzeile ‚**Vorsicht Glas!**‘ sofort deutlich vor Augen geführt (**o.m.**).

Glas (germanisch: ‚glasa‘, das ‚Glänzende‘, ‚Schimmernde‘) ist ein Sammelbegriff für eine große Gruppe amorpher Feststoffe. Durch sehr schnelles Abkühlen aus dem flüssigen oder gasförmigen Zustand kann nahezu jeder Stoff in solch ein amorphes, metastabiles Glas (ohne Kristallisation entstandene, beim Erwärmen nur allmählich erweichende, unterkühlte Schmelze) überführt werden. Thermodynamisch wird Glas auch als ‚gefrorene‘, unterkühlte Flüssigkeit bezeichnet.^{3b)}

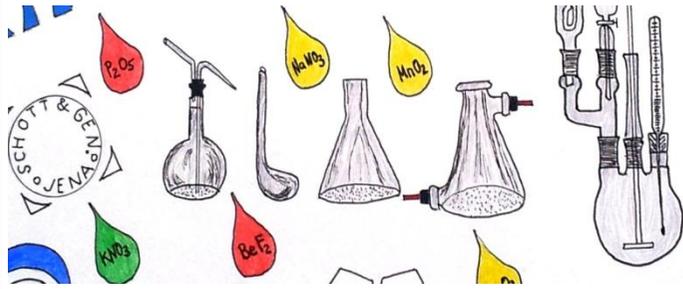
In der Schmelze besitzen die Atome zwar eine Nah- aber keine Fernordnung. Als Beispiele dienen hier Strukturmodelle von kristallinem Quarz und Quarzglas (**m.r.**,u.) sowie Alkalisilikatglas (mit Trennstellen im Netzwerk, **u.r.**).

Der Unterschied zwischen Gläsern und anderen amorphen Feststoffen liegt darin, dass Gläser

beim Erhitzen im Bereich der Glasübergangstemperatur in den flüssigen Zustand übergehen, während nicht glasartige, amorphe Substanzen dabei kristallisieren.

Die meisten Gläser bestehen hauptsächlich aus Siliciumdioxid (**SiO₂**, Silikat-Gläser). Es gibt eine sehr große Anzahl von Gläsern verschiedener Zusammensetzungen, die aufgrund ihrer Eigenschaften (meist wegen ihrer Lichtdurchlässigkeit, wie z.B. Trink- und Fenstergläser oder Laborgeräte) von wirtschaftlichem oder wissenschaftlichem Interesse sind.

Im Bild zeigen die von oben links nach unten rechts herabfallenden Glaspfropfen die wichtigsten Chemikalien an, die zur Herstellung von Gläsern verwendet werden: Die **Glasbildner** (rote Tropfen) Siliziumdioxid (**SiO₂**), Bortrioxid (**B₂O₃**), Phosphor-pentoxid (**P₂O₅**) und Berylliumfluorid (**BeF₂**), die **Flussmittel** (grüne Tropfen) Natriumcarbonat (**Na₂CO₃**), Kaliumnitrat (**KNO₃**) und Natriumsulfat (**Na₂SO₄**), die **Stabilisatoren** (bronzene Tropfen) Bleioxid (**PbO**) und Zinkcarbonat (**ZnCO₃**), die **Läuterungsmittel** (blaue Tropfen) Arsen (**As**) und Antimon (**Sb**) sowie die **Entfärbungsmittel** (gelbe Tropfen) Natriumnitrat (**NaNO₃**), Mangan- (**MnO₂**) und Ceroxid (**CeO₂**).



Fortsetzung des Textes zum ‚Glas‘-Bild (Seite 122)

Wegen der breiten Palette von Anwendungen für Gläser gibt es vielfältige Techniken zu deren Erzeugung und Formgebung. Viele dieser Techniken sind bereits sehr alt und werden, von ihrem Grundprinzip her, unverändert auch heute noch industriell umgesetzt.

Die älteste Erwähnung von Glas stammt aus Ugarit (Stadt an der Küste des Mittelmeeres im Nordwesten des heutigen Syrien) und wird auf etwa 1600 v.Chr. datiert. Ein Kelch mit der Namensaufschrift Thutmosis III. (um 1486-1425 v.Chr.)^{3a} ist das älteste, sicher zu datierende Gefäß aus Glas (befindet sich in München, Sammlung Ägyptische Kunst, **o.l.**).

Von Domenicus PHIOLARIUS aus dem Venedig des Jahres 982 stammen erste Aufzeichnungen zum ‚Murano‘-Glas (**o.l.**,u.). In der Republik Venedig kam es durch die Glasverarbeitung zu einer ihrer wichtigsten kommerziellen Industrieansiedlungen. Ab 1291 wurden alle Brennöfen auf die Insel Murano verlegt. Venedig und Murano wurden über mehrere Jahrhunderte hinweg zu einem Zentrum der Glasverarbeitung und der Gestaltung von Glasobjekten. Bis heute sind Arbeiten aus

124 Murano-Glas weltweit begehrte Luxusprodukte.

In Böhmen entstanden die ersten Glashütten in der zweiten Hälfte des 13. Jh. bzw. zu Beginn des 14. Jh. Schon um 1350 wurde in den böhmischen Glashütten reines Glas aus Kalk und Kali geschmolzen. Ende 17. Jh./Anfang 18. Jh. stellten Glasmacher aus Böhmen mit ihren Erzeugnissen das bis dahin konkurrenzlose Glas aus Venedig in den Schatten (**m.l.**,o.). Die Bekanntheit des hochwertigen böhmischen Glases ging weit über die Grenzen Europas hinaus.

In der Gotik (12.-14.Jh.) erlangte aufgrund der Auflockerung der Mauerflächen durch die hochragenden gotischen Fenster die Glasmalerei an Bedeutung (Beispiele Frauenbildnisse, oben 1. Hälfte 12.Jh., unten 13.Jh., ‚Heilige Elisabeth‘ in der Elisabeth-Kirche zu Marburg, **o.l.**)

Seit dem 12. Jh. gibt es Butzenscheiben (runde Glasscheiben, 7–15 cm Durchmesser, haben produktionsbedingt in der Mitte eine Erhöhung, den Butzen oder Nabel), die seit dem 14. Jh. mittels Bleifassung zu ganzen Fenstern zusammengesetzt werden konnten (**o.m.**,r.).

Eine frühe Darstellung der Glasherstellung übermittelte uns Georg AGRICOLA (1494-1555) in seinen zwölf Büchern zum Berg- und Hüttenwesen (**u.l.**). Als Beispiele der Glasbearbeitung werden uns als Piktogramme das Pressen, das Blasen und das Ziehen des Glases angeboten (**u.m.**,r.).

Vor der Einführung elektrischer Lichtquellen wurden von Handwerkern Schusterkugeln (auch ‚Schusterlampe‘) benutzt, um durch den mit Wasser gefüllten, farblosen Glaskolben (in Kugelform) das diffuse Licht der Sonne, einer Gas- oder Öllampe wie mit einer Sammellinse zu fokussieren und so den Arbeitsplatz besser ausleuchten zu können (**m.r.**,o.).

Die Verwendung von Glas ist universell. In der Optik ist Glas unverzichtbar bei der Herstellung von Brillen, Ferngläsern und optischen Geräten aller Art in Form von Linsen und Prismen (**o.m.**,l. bis **m.m.**,l.). Im Haushalt finden wir Glasgegenstände als Wein- und Trinkgläser, Bierflaschen u.v.a.m. (**u.m.**). Als Schmuckstücke begegnen uns u.a. Glasperlenketten (**o.r.**). In Laboren begegnen wir Arbeitsgeräten aus Glas, wie z.B. Spritzflaschen, Schwelretorten, Nährbodenflaschen, Saugflaschen und ganze Reaktionsapparaturen, wie z.B. einem Dreihalskolben mit Rückflusskühler, Tropftrichter, KPG-Rührer und Innenthermometer (v.l.n.r., **m.m.**).

Als vielfach einsetzbare industrielle Anwendungen werden gezeigt: Drahtglas und Verbundglas (**o.r.**), Glasbausteine und Glasmosaik (**m.r.**).

Das 1884 von Otto SCHOTT (1851-1935), Ernst ABBE (1840-1905) und Carl ZEISS (1816-88) gegründete ‚Glastechnische Laboratorium Schott & Genossen‘ (1891 Carl-Zeiss-Stiftung), das zunächst

Mikroskope und Fernrohre herstellte, errang mit der Erfindung des chemieresistenten, hitze- und temperaturwechselbeständigen Borosilicatglases für neue technische Gläser (Thermometerglas, Laborgläser und Glaszylinder für Gaslampen) weltweite Anerkennung und Berühmtheit (Logo, **m.m.,l.**).

Als ‚Wasserglas‘ bezeichnet man eine wäßrige Lösung von Natrium-, Kalium- und Lithiumsilikaten (Me_2SiO_2 , Formeln im blauen Glas Wasser, **m.u.,l.**).

Natürliches Glas (Moldavit) ist vor 15 Mio. Jahren bei einem Einschlag eines Meteoriten im heutigen Bayern entstanden (niedergegangen größtenteils im Gebiet der heutigen Tschechischen Republik, benannt nach dem Fundgebiet am oberen Flusslauf der Moldau in Südböhmen, **u.r.**).

Der französische Designer und Kunsthandwerker des Jugendstils und der ‚Art Déco‘, Émile GALLÉ (1846-1904), hatte sich auf das Material Glas spezialisiert und schuf Vasen, die um 1900 nicht selten Werte um 44.000 Euro (umgerechnet) erbrachten (**m.l.**). Ebenfalls eng mit dem Jugendstil verbunden war die Kunst des Amerikaners Louis Comfort TIFFANY (1848-1933), der mit der Tiffany-Glaskunst eine Technik der Glasverarbeitung schuf (Kunstgewerbe), bei der Glasteile durch Ummantelung mit Kupferfolie und Lötzinn miteinander verbunden worden sind (Beispiel Lampenschirm, **m.l.**).

Fortsetzung des Textes zum ‚Glas‘-Bild (Seite 122)

Für die Werkzeuge der Glaser steht hier ein Glasschneider (**o.r.**). Dieser findet sich neben anderen altertümlichen Werkzeugen wie Kröseleisen, Glaserdiamant/Glasschneider, Glashammer und LötKolben/Feuerkolben auch wieder in den Innungswappen des Glashandwerks (**o.r.**).

Die heutige, moderne Herstellung von Flachglas nach dem ‚Float process‘ ist in einem Fließbild am unteren Rand des Bildes dargestellt: Von der Rohstoffanfuhr und -zwischenlagerung, über den Transport auf den Gemengemischurm, seine nach unten selbstabfließende Mischung, den Eintrag in die Ofenwanne, das Schmelzen der Ausgangsstoffe bei 1.560°C , die Läuterung bei etwa 1.000°C , das ‚Feuerpolieren‘ über dem Zinnbad bei ca. 600°C erreicht das heutzutage meist 16 m breite Flachglasband die Kühlzone und wird dann über eine mehr als 100 m lange Transportstrecke weiter abgekühlt, auf Fehler untersucht, geschnitten und am Ende der Straße aufgenommen, gestapelt, eingelagert oder sofort zum Abtransport verladen (**u.m.**).

Eine solch moderne Anlage steht und arbeitet hier in Mitteldeutschland bei Thalheim/Bitterfeld-Wolfen, die Anfang der 1990er Jahre von der weltweit agierenden amerikanischen Firma Guardian Industries errichtet und betrieben worden ist (Logo der Firma Guardian, **u.m.,l.**).



Als modernes Anwendungsbeispiel hat unser Zeichner ein Glasfaserkabel (Lichtleitkabel, Lichtwellenleiter) mit aufgenommen, das heute in der Nachrichtentechnik wegen seiner höheren Reichweiten und besseren Übertragungsraten die bisher üblichen Kupferkabel ersetzt (**m.r.**).

Erwähnt werden sollte, dass es neben dem bisher besprochenen silikatischen Glas auch noch organische Gläser gibt, nach ihrer chemischen Zusammensetzung Acrylgläser (Polymethylmethacrylat, PMMA, Plexiglas ist ein Markenname). Wegen seiner Unzerbrechlichkeit deckt das Acrylglas besondere Anforderungen ab (Logo der 1942 eingetragenen Wort-Bild-Marke, **u.m.,l.**).

Zum Schluss ein Wortspiel aus den 1980/90er Jahren, das weltweit große Bedeutung erlangte: „**Glasnost**“ – ein Schlagwort der sowjetischen Politik unter Michael Sergejewitsch GORBATSCHOW (*1931), das für die von ihm geforderte und zum Teil auch praktizierte Politik von Transparenz und Offenheit stand (**o.r.**).

„Über Lernen, Wissen und Wissenschaften“

Spruchweisheiten und Zitate bedeutender Persönlichkeiten^{3a,4,5,23,24)}

„Was man jung **lernt**, das bleibt.“

Deutsches Sprichwort

„Man **lernt**, solange man lebt.“

Lucius Annäus SENECA (4 v.Chr.-65, römischer Philosoph und Naturforscher)

„Lehrend **lernt** man.“

„Zum **Lernen** ist niemand zu alt.“

Deutsches Sprichwort

„**Lernen** ist wie Rudern gegen den Strom. Sobald man aufhört, treibt man zurück“.

Benjamin BRITTEN (1913-76, brit. Komponist, Dirigent und Pianist)

„Ich **weiß**, dass ich nichts **weiß**.“

SOKRATES (469-399 v.Chr., griech. Philosoph)

„Alles **Wissen** stammt aus der Erfahrung.“

Immanuel KANT (1724-1804, dtsh. Philosoph der Aufklärung)

„Sage nicht alles, was du **weißt**, aber **wisse** immer, was du sagst“.

Matthias CLAUDIUS (1740-1815, dtsh. Dichter und Journalist)

„Mit dem **Wissen** wächst der Zweifel“

Johann Wolfgang von GOETHE (1749-1832, dtsh. Dichter und Naturforscher)

„Zwar **weiß** ich viel, doch möcht‘ ich alles **wissen**.“

Wagner in *FAUST*, Erster Teil, von *Johann Wolfgang von GOETHE*

„Man bleibt jung, solange man noch **lernen**, neue Gewohnheiten annehmen und Widerspruch ertragen kann.“

Marie von EBNER-ESCHENBACH (1830-1916, mährisch-öster. Schriftstellerin)

„**Wissen** ist kostbar für uns, denn wir werden nie Zeit haben, es zu vollenden.“

Rabindranath TAGORE (1861-1941, indischer Philosoph, bengalischer Dichter, Maler, Komponist, Musiker und Brahma-Samaj-Anhänger, Literatur-Nobelpreis 1913)

„**Knowledge is power**“ - „**Wissen ist Macht – Macht ist Wissen**.“

Francis BACON (1561-1626, engl. Philosoph, Jurist und Staatsmann,

Wilhelm LIEBKNECHT (1826-1900, einer der Gründer der SPD)

„**Wissen heißt wissen**, wo es geschrieben steht.“

Albert EINSTEIN (1879-1955, dtsh. Physiker mit schweiz. und amerik. Staatsbürgerschaft, gilt als einer der bedeutendsten theoretischen Physiker der Wissenschaftsgeschichte)

„Die **Wissenschaft** ist ein guter Wanderstab.“

Deutsches Sprichwort

„Es gibt keine Landstraße für die **Wissenschaft**.“

Karl MARX (1818-83, dtsh. Philosoph, Ökonom, Gesellschaftstheoretiker, politischer Journalist, Historiker, Protagonist der Arbeiterbewegung und Kritiker des Kapitalismus)

„Die Kunst hat Schwingen, die **Wissenschaft** gibt Krücken.“

Georges BRAQUE (1882-1963, frz. Maler, Grafiker und Bildhauer)

„**Wissenschaft** und Kunst gehören der Welt an, und vor ihnen verschwinden die Schranken der Nationalität.“

Johann Wolfgang von GOETHE (1749-1832, dtsh. Dichter und Naturforscher)

„**Wissenschaft** verjüngt die Seele und vermindert die Bitterkeit des Alters.“

Leonardo da VINCI (1452-1519, ital. Maler, Bildhauer, Architekt, Anatom, Mechaniker und Ingenieur, gilt als einer der berühmtesten Universalgelehrten aller Zeiten)

„Ich halte dafür, dass das einzige Ziel der **Wissenschaft** darin besteht, die Mühseligkeit der menschlichen Existenz zu erleichtern.“

Bertolt BRECHT (1898-1956, dtsh. Dramatiker, Begründer des epischen Theaters)

„Das ist die beste **Wissenschaft**, die gute Menschen schafft.“

Deutsches Sprichwort

„Über Denken, Sprache und Kommunikation“

Spruchweisheiten und Zitate bedeutender Persönlichkeiten^{3a,4,5,23,24}

„Das **Denken** macht die Größe des Menschen aus.“

Blaise PASCAL (1623-62, frz. Mathematiker, Physiker, Literat und Philosoph)

„Alles Gescheite ist schon **gedacht** worden, man muss nur versuchen, es noch einmal zu **denken**.“

Johann Wolfgang von GOETHE (1749-1832, dtsh. Dichterstürst)

„Der Weise ist daran zu erkennen, dass ihm das Reden mehr Mühe macht als das **Denken**.“

Lin YUTANG (1895- 1976, chin. Schriftsteller)

„Man lehre die Menschen, **wie** sie **denken** sollen, und nicht, **was** sie **denken** sollen.“

Georg Christoph LICHTENBERG (1742-99, Physiker, Mathematiker, Naturforscher und Schriftsteller)

„Man muss **denken** wie die wenigsten und **reden** wie die meisten.“

Arthur SCHOPENHAUER (1788-1860, dtsh. Philosoph)

„Man darf anders **denken** als seine Zeit, aber man darf sich nicht anders kleiden.“

Marie von EBNER-ESCHENBACH (1830-1916, mährisch-österreichische Schriftstellerin)

„Wir lieben die Menschen, die frisch heraus **sagen**, was sie **denken**. Vorausgesetzt, sie **denken** dasselbe wie wir.“

Mark TWAIN (1835-1910, amerikanischer Schriftsteller)

„Wir leben alle unter dem gleichen Himmel, aber nicht alle haben den gleichen Horizont.“

Spruchweisheit

„Alle **Sprache** ist äußeres **Denken**, das **Denken** ist innere **Sprache**.“

Immanuel KANT (1724-1804, deutscher Philosoph)

„**Sprache** ist für mich nicht nur ein Werkzeug. Sie beeinflusst vielmehr mein **Denken**.“

Shalom Ben CHORIN (1913-99, dtsh.-israel. Journalist)

„Das Menschlichste, was wir haben, ist doch die **Sprache**. Und wir haben sie, um zu **sprechen**.“

Theodor FONTANE (1819-98, dtsh. Schriftsteller)

„Zwei Jahre braucht der Mensch, um das **Sprechen**, ein Leben lang, um das Schweigen zu lernen.“

Ernest HEMINGWAY (1899-1961, amerikanischer Schriftsteller und Literaturnobelpreisträger)

„Die wahre Heimat ist eigentlich die **Sprache**.“

Wilhelm von HUMBOLDT (1767-1835, preußischer Gelehrter, Schriftsteller und Staatsmann)

„Die **Sprache** ist die Kleidung der **Gedanken**“

Samuel JOHNSON (1709-84, engl. Gelehrter und Schriftsteller)

„Die **Sprache** ist der Papagei des **Gedankens**, und ein schwer gelehriger, nichts weiter.“

Christian Friedrich HEBBEL (1813-63, deutscher Dramatiker und Lyriker)

„Wer eine **Fremdsprache** lernt, zieht den Hut vor einer anderen Nation.“

Thornton WILDER (1897-1975, US-amerikanischer Schriftsteller)

„Wo die **Sprache** aufhört, fängt die Musik an.“

Ernst Th. Amadeus HOFFMANN (1776-1822, dtsh. Jurist, Schriftsteller, Komponist, Kapellmeister und Karikaturist)

„Der Ton macht die Musik.“

Deutsches Sprichwort

„**Kommunizieren** ist, miteinander zu **reden** und einander zu zuhören, sich gegenseitig zu informieren und Meinungen auszutauschen. **Kommunikation** ist wechselseitiges Senden und Empfangen.“

Dieter SCHNURPFEIL (in ‚Gekonnt und zielorientiert moderieren‘)²⁶⁾

„**Gesagt** ist nicht gehört. Gehört ist nicht verstanden. Verstanden ist nicht einverstanden. Einverstanden ist nicht eingehalten.“

Konrad LORENZ (1903-89, öster. Naturwissenschaftler und Verhaltensforscher, Medizin-Nobelpreisträger)

„Über Anfang und Ende“

Spruchweisheiten und Zitate bedeutender Persönlichkeiten^{3a,4,5,23,24)}

„Aller **Anfang** ist schwer.“

Deutsches Sprichwort

„Was lange währt, wird **endlich** gut.“

Deutsches Sprichwort

„Und jedem **Anfang** wohnt ein Zauber inne, der uns beschützt und der uns hilft zu leben.“
Hermann HESSE (1877-1962, dtsh.-schweizerischer Schriftsteller)

„Wer **enden** kann zur rechten Zeit, der hat Vergnügen lange Zeit.“
Peter FRÖHLICH (1901-84, Kölner Stadtrat und Autor)

„Nicht der **Beginn** wird belohnt, sondern einzig und allein das Durchhalten.“
Katharina von SIENA
(1347-80, italienische geweihte Jungfrau und heilig gesprochene Kirchenlehrerin)

„Lachen ist durchaus kein schlechter **Beginn** einer Freundschaft und ihr bei Weitem bestes **Ende**.“
Charlie CHAPLIN (1889-1977, brit. Schauspieler, Komiker und Filmproduzent)

„Das ist alles, was wir tun können – immer wieder von neuem **anfangen**, immer wieder und wieder.“
Thornton WILDER
(1897-1975, US-amerikanischer Schriftsteller)

„Es ist des Lernens keine **Ende**.“ Robert SCHUMANN (1810-56, dtsh. Komponist)

„Wenn die anderen glauben, man ist am **Ende**, so muss man erst richtig **anfangen**.“
Konrad ADENAUER (1876-1967, erster Bundeskanzler der BRD)

„Wer niemals **anfängt**, bringt niemals etwas zu **Ende**.“ Deutsches Sprichwort

„Um aus der Sackgasse heraus zu kommen, braucht man den Mut, sie zu **Ende** zu gehen.“
Jean-Paul SARTRE (1905-80, frz. Philosoph und Schriftsteller)

„**Anfangen** ist leicht, Beharren ist Kunst.“ Deutsches Sprichwort

„Lieber ein **Ende** mit Schrecken als ein Schrecken ohne **Ende**.“
Ferdinand von SCHILL (1776-1809, preußischer Offizier und Führer eines Freicorps)

„**Fang** deine Arbeit munter **an**, so ist sie auch schon halb getan.“
Friedrich RÜCKERT (1788-1866, deutscher Dichter)

„Der Tod ist des **Ende** aller Not.“ Deutsches Sprichwort

„Ein neues Jahr hat neue Pflichten. Ein neuer Morgen ruft zu frischer Tat. Stets wünsche ich ein fröhliches Verrichten und Mut und Kraft zur Arbeit früh und spät.“
Johann Wolfgang von GOETHE (1749-1832, dtsh. Nationaldichter)

„Das ist der glücklichste Mensch, der das **Ende** seines Lebens mit dem **Anfang** in Verbindung setzen kann.“

„Zweifeln ist der Weisheit **Anfang**.“
René DESCARTES
(1595-1650, französischer Philosoph, Mathematiker und Naturwissenschaftler)

Johann Wolfgang von GOETHE (1749-1832, dtsh. Nationaldichter)

„Nichts ist kostspieliger als der **Anfang**.“
Friedrich NIETZSCHE
(1844-1900, deutscher klassischer Philologe und Philosoph)

„Alea iacta est!“
Julius CAESAR (100-44 v.Chr., römischer Staatsmann, Feldherr und Autor)

„**Beende** das, was du **anfängst**.“ Spruchweisheit

Die gängige deutsche Übersetzung „Die Würfel sind gefallen!“, die ein **Ende** markieren, erweist sich nach neueren Erkenntnissen als falsch. Es muss richtig heißen: „Die Würfel sind geworfen.“ Erasmus von ROTTERDAM (um 1466-1536, ndl. Gelehrter) vermutete, dass CAESAR das griechische Sprichwort „Hochgeworfen sei der Würfel“ zitiert habe. Damit bedeutet der Ausspruch nicht, dass der Ausgang einer Sache entschieden ist, sondern das Gegenteil: Man steht erst am **Anfang**!^{4a)}

„Wohl **angefangen** ist gut, wohl **enden** ist besser.“ Deutsches Sprichwort

Kartengrüße zum Neuen Jahr

mit Ausblicken auf das kommende

von *Jürgen Dunkel*

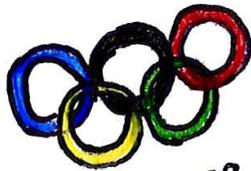
(Einrichtung: *Dieter Schnurpfeil*)

für die Jahre **2006 bis 2022**

(begleitend zu den geschaffenen Bildern
der ungewöhnlichen Streifzüge durch
,das Periodensystem der Elemente‘ und
,ausgewählte Lebensbereiche und Wissensgebiete‘)

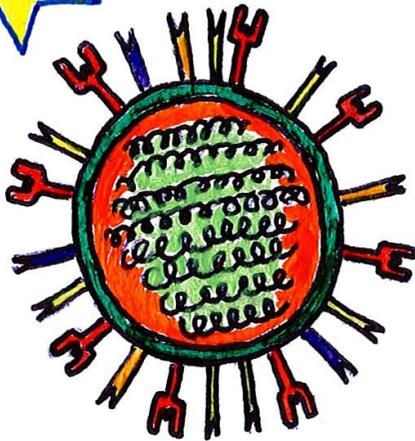
2006
den durchblick
behalten!

KATRINA - WILMA - RITA - 2



WINTER

PAN



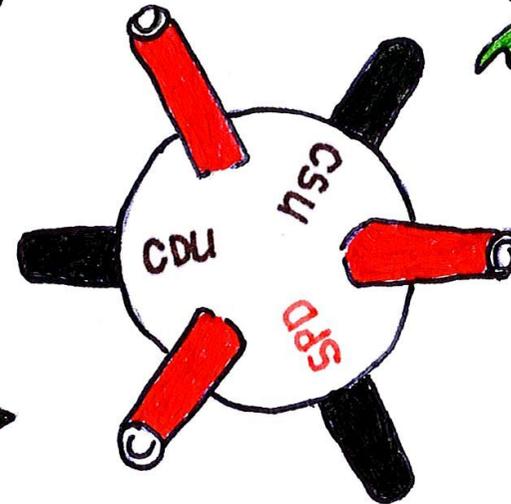
DEMIE



IRAN



"WM"



Das Jahr 2006

.....

Beginnend mit den Zeichnungen zu den Elementen des Periodensystems (siehe einleitende Bemerkungen Seite 3) machte sich Jürgen DUNKEL daran, jeweils am Jahresende, verbunden mit den besten Wünschen für das kommende Jahr, eine Vorschau auf dieses zu geben. Diese Karten sandte er zum Neujahrstag an seine Kinder, Verwandte, Freunde und Bekannte.

Getreu seinem Motto: „**Zeichnen ist eine Form des Nachdenkens auf Papier**“ überbringt er seine Botschaften und die Vorausschau für das neue Jahr in kleinen Bildern und Piktogrammen, die dem Betrachter einiges an Raten und Nachdenken abverlangen. Die hier mitgelieferten Begleittexte sollen dabei helfen, die Zeit des Entstehens der DUNKELschen Bilder und seine Sicht auf diese Zeiten besser einordnen zu können.

Getreu dem Anliegen einer Vorschau dominiert in der Mitte des Bildes für das Jahr **2006** das Gesicht einer Fantasiefigur mit ungewöhnlichen Ferngläsern vor den Augen (**m.m.**). Das Motto der ersten **Neujahrskarte** lautet „*Den Durchblick behalten*“ (leider im Bild falsch geschrieben, **o.m.**).

Nach einem Rückblick auf die verheerende Wirbelsturmsaison in den USA (Hurrikane, jeweils höchste Kategorie 5): Katrina (Höhepunkt: 21.8.2005), Rita (21.9.2005) und Wilma (19.10.2005) fragt Jürgen: „*Was kommt nun?*“ (**o.l.**).

Die fünf verschiedenfarbigen olympischen Ringe (**m.l.**) sollen die Vorfreude auf die Olympischen Winterspiele in Turin/Italien wecken. An ihr nahmen vom 10. -26.2.2006 80 Nationen mit 2.508 Sportler*innen teil.

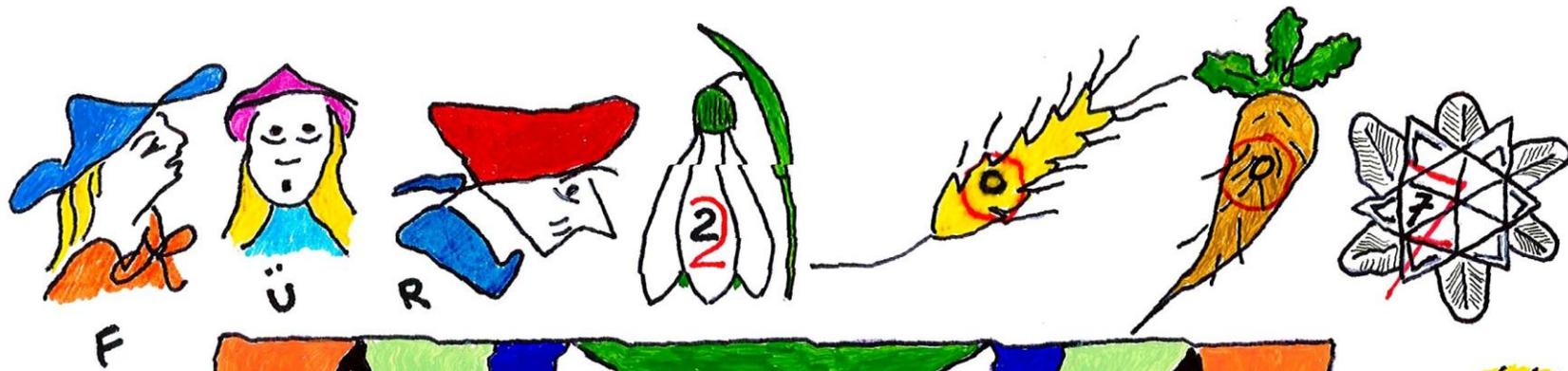
Das vierblättrige ‚Glücks‘-Kleeblatt und der Fußball (**o.r.**) kündigen die bevorstehende FIFA-Fußballweltmeisterschaft in Deutschland an. Sie wurde durch die Gastfreundschaft und die freudige Anteilnahme der Deutschen zu einem „*Sommermärchen*“. Der jungen, gut organisierten deutschen Nationalmannschaft gelang trotz allen Einsatzes nur der dritte Platz. Sie waren im Halbfinale gegen Italien aus dem Wettbewerb geflogen.

Nachdem am 3.8.2005 im Iran der ‚Hardliner‘ Mahmud AHMADINEDSCHAD zum Präsidenten gewählt worden war, spitzten sich die Auseinandersetzungen mit der westlichen Welt über das iranische Atomprogramm stark zu (**u.m.**). Die damit zusammenhängenden Probleme sind bis in die Gegenwart hinein ungelöst.

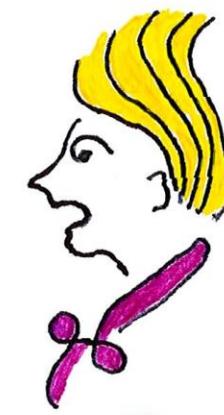
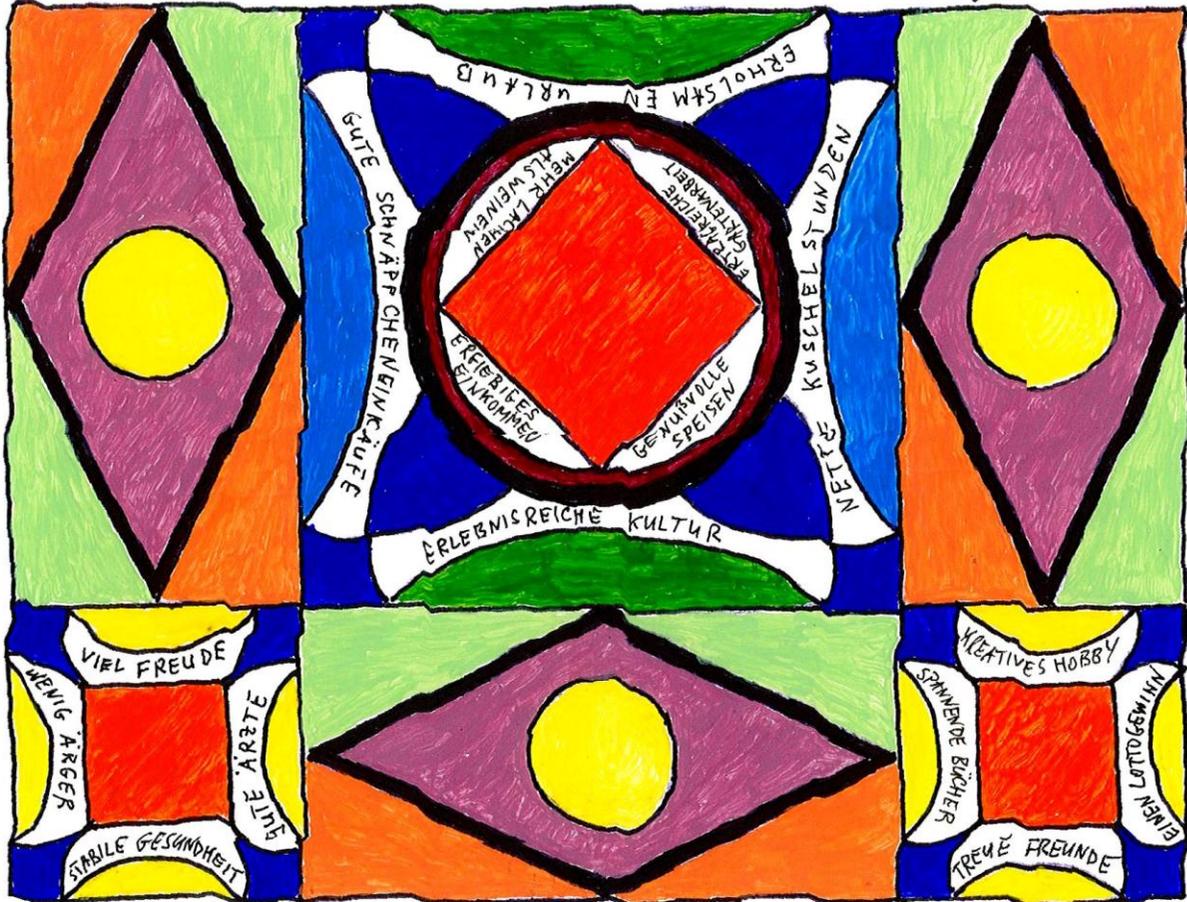
Am 22.11.2005 wurde in Deutschland turnusgemäß ein neues Parlament gewählt. Der Vorsprung der CDU vor der SPD war hauchdünn. Denkwürdig ist der Ausspruch des damaligen Bundeskanzlers Gerhard SCHRÖDER (*7.4.1944) in der abendlichen Talkrunde an Dr. Angela MERKEL (*17.7.1954) gewandt: „*Denken Sie denn, dass meine Partei jemals mit ihnen eine Koalition eingehen wird?*“ Nach 65 Verhandlungstagen stand die Koalition aus CDU/CSU und SPD. Angela MERKEL regiert seitdem bis zur Bundestagswahl im September 2021. Der Zeichner sah es damals so, als würde diese Bundesregierung eher wie eine Mine tätig sein (**u.r.**). Im Jahre 2021 ist diese Ansicht viel eher berechtigt.

Im Sommer 2005 wurde die Vogelgrippe (Viruserkrankung der Vögel, hervorgerufen durch das Influenza-A-Virus H5N1) erstmals außerhalb Chinas nachgewiesen. Die Gefahr einer weltweiten Pandemie war mit den Händen zu greifen (**u.l.**). Zu Jahresbeginn 2006 kam es dann zu H5N1-Ausbrüchen in der Türkei und in Nordzypern, im Irak, Iran, Israel, Jordanien, Palästina und in Osteuropa. Damals sind wir glimpflich davongekommen. Heutzutage plagt uns das erstmals 2019 in China aufgetretene Corona-Virus (SARS-CoV-2) in einer weltweiten Pandemie nun schon im zweiten Jahr.

Erkennen wir an Hand dieser Jahresbilder, in welcher Situation die jeweiligen Sachbilder geschaffen worden sind und welche interessanten Zusammenhänge und Querbeziehungen es zwischen den verschiedenen Bildern gibt. Gezeichnet wurden diese Blätter (im Format 21x15 cm) am Jahresende offenbar jeweils zwischen Nikolaus und Weihnachtsfest (**m.r.**)



F



19



16

Das Jahr 2007

.....

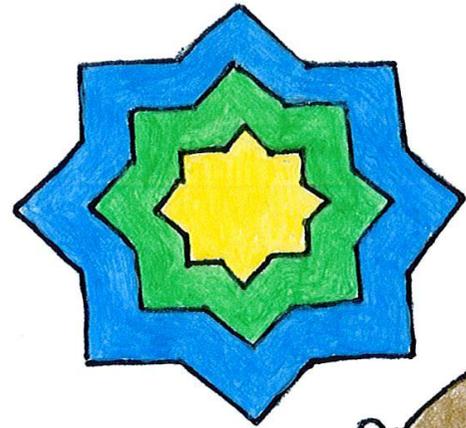
Frühling (Schneeglöckchen), **Sommer** (Getreide), **Herbst** (Rüben) und **Winter** (Schneeflocke) - das Jahr **2007** macht Lust auf seinen Lauf durch alle Jahreszeiten und lädt ein mit seinen Blumen, Ernteprodukten und Winterfreuden im Schnee (**o.m.** bis **o.r.**).

Die vier Gesichtsfiguren am Anfang signalisieren: Es gibt im neuen Jahr sicher eine ganze Menge zu lachen, es wird nicht ganz ohne Weinen ausgehen, aber wir sollten nie vergessen, über uns und unser Handeln gründlich nachzudenken (**o.l.**).

Der Hauptteil im Zentrum des Bildes ist durch Grundmuster aus dem Entwurf zum Palatin in Rom gestaltet. In diesen Mustern sind 16 Wünsche für das neue Jahre 2007 eingetragen:

Viel Freude und wenig Ärger,
stabile Gesundheit und gute Ärzte (beide **u.l.**),
ergiebiges Einkommen,
ertragreiche Gartenarbeit,
genussvolle Speisen,
mehr Lachen als Weinen (alle vier **m.m.**),
erlebnisreiche Kultur,
gute Schnäppcheneinkäufe,
nette Kuschelstunden,
erholsamen Urlaub (vier rund um **m.m.**),
spannende Bücher,
kreatives Hobby,
treue Freunde,
einen Lottogewinn (alle vier **u.l.**).

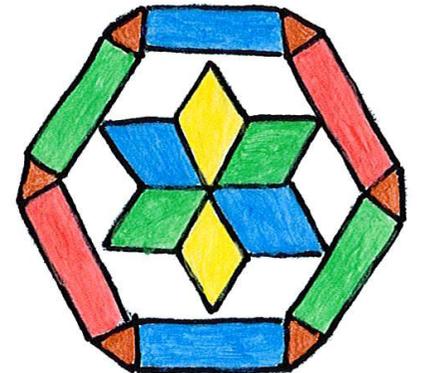
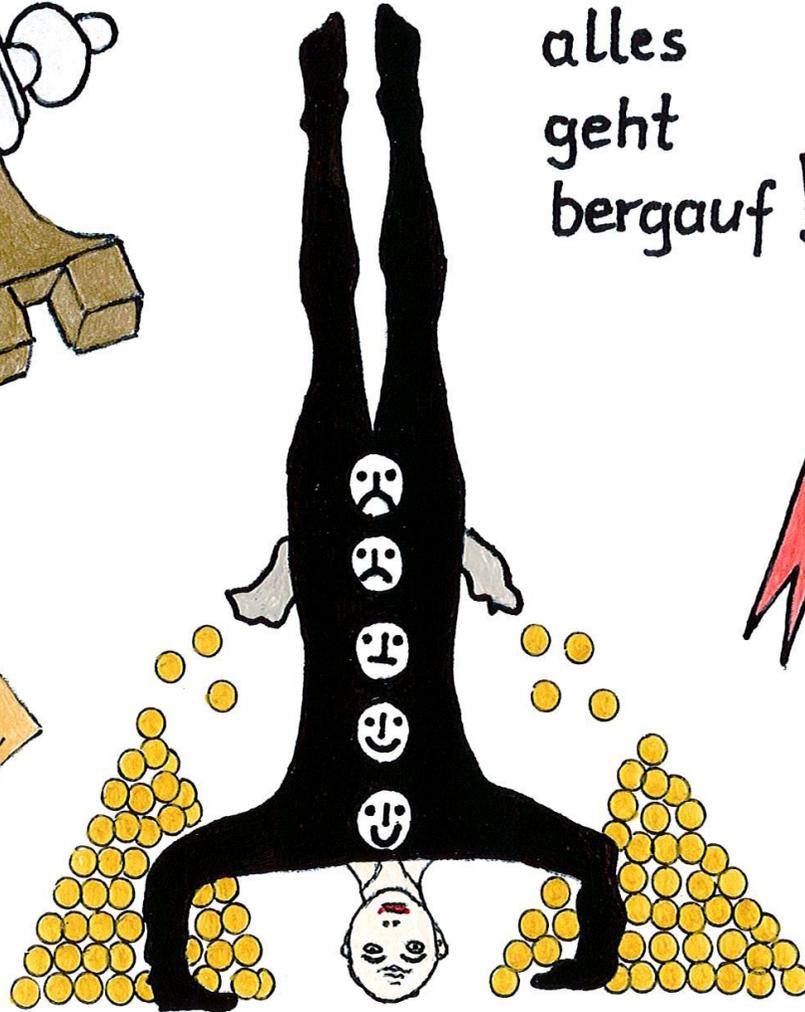
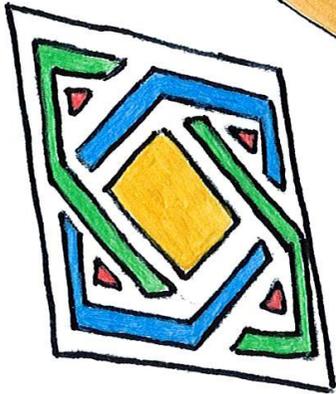
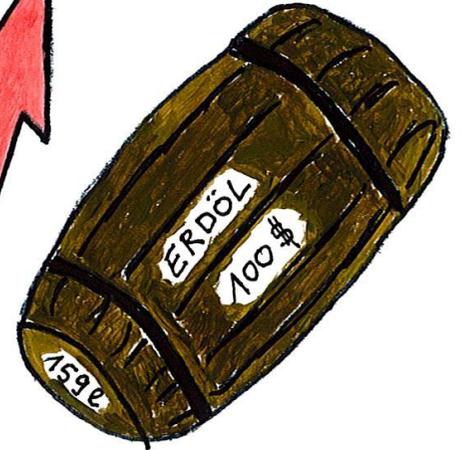
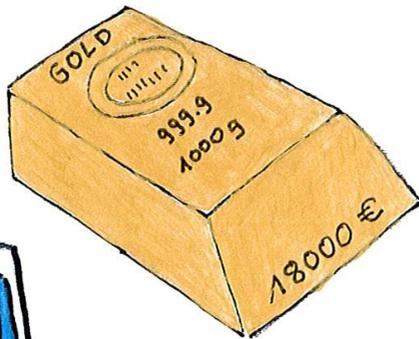
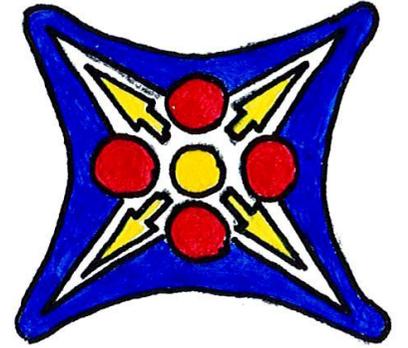
Ein Wermutstropfen: in diesem Jahr wird die Mehrwertsteuer
von 16 auf 19 % erhöht werden (**m.r.** bis **u.r.**).



2008

für

alles
geht
bergauf!



aus welcher Sicht ?

Das Jahr 2008

.....

Der **Schlüssel** für das Jahr 2008: Es geht alles bergauf! (**m.l.** bis **o.r.**)

Aus welcher Sicht?

Den Menschen zieht man das Geld aus den Taschen und es türmt sich bergauf
(**u.m.**).

Die Menschen sind:

unzufrieden

eher unzufrieden

weder, noch

eher zufrieden

zufrieden

(**m.m.** bis **u.m.**).

Der Ölpreis steigt auf 100 Dollar pro Barrel

(159 Liter, gebräuchlichste Einheit für Rohöl, **m.r.**),

der Goldpreis auf 18.000 Euro/Kilogramm (**m.l.**)

(aktuell am 2.5.2021: 47.300 €/kg)

Das Bild wird begrenzt von Mustern

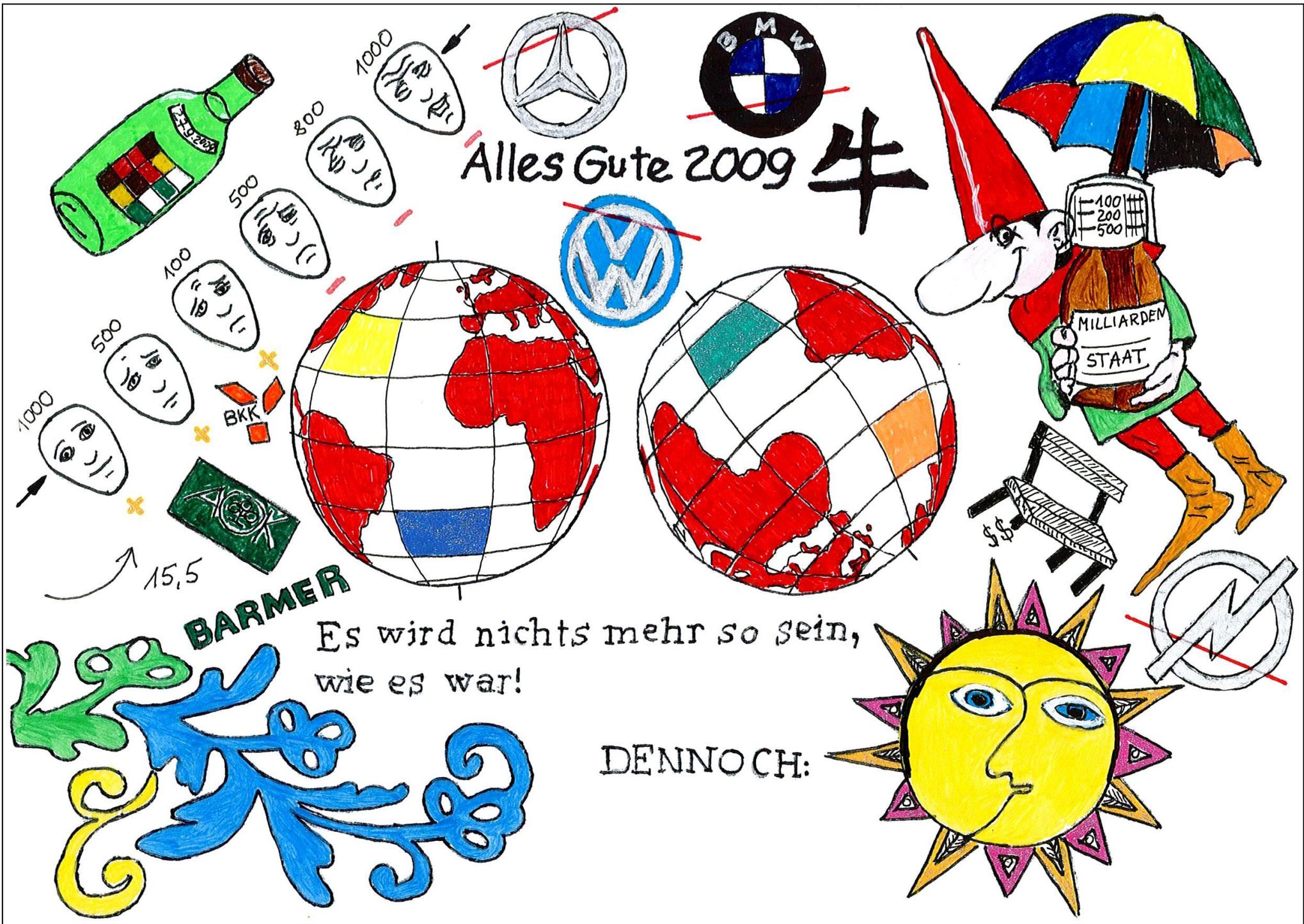
aus dem Schloss Ballenstedt (D/Sachsen-Anhalt, **o.l.**),

aus dem Museum auf dem Palatin in Rom (**o.r.**),

aus dem Kreuzgang (**u.l.**) und

der Basilika S. Giovanni in Rom (**u.r.**).

Der Schlüssel stammt aus dem Petersdom in Rom (**m.l.**).



Das Jahr 2009

.....

Unser Zeichner ist frustriert: „*Die Welt ist aus dem Gleichgewicht, aus den Fugen!*“ Er macht sich Luft:

Die Erdachse ist verdreht und umgekippt. Was blau war, ist heute grün, was gelb war, rot (**m.m.**).

Der Staat spannt den Rettungsschirm auf und hilft mit Milliarden-Krediten (bis 500 Mrd. €, **o.r.**). Und die bringt natürlich der Steuerzahler auf (der deutsche Michel, hier mit spitzer Zipfelmütze, als eine der Ursachen für den Frust!?). Die Milliarden kommen den durch die Immobilienkrise in den USA insolventen bzw. zusammengebrochenen Banken zugute (es fehlen Dollar - an der Bank fehlt ein halbes Bein, **m.r.**).

Auf dem Fuße folgte eine Automobilkrise. Auch Opel, BMW, Mercedes und VW hat es erwischt. Sie drosselten die Produktion und mussten Abstriche machen (**o.m.** und **m.r.**).

Es ist die Zeit der Zocker: vom Gewinn +/- zum Verlust -/- (**m.r.** bis **o.m.**).

Schmerzlich für den kleinen Mann, die kleine Frau:

Die gesetzlichen Krankenkassen (Barmer, AOK, Betriebskrankenkassen) erhöhen den Beitrag auf 15,5%!

Am 27. September 2009 ist Bundestagswahl. Werden nur ‚Flaschen‘ gewählt?

Als mögliche Koalitionskonstellationen zeichnen sich ab:

schwarz-gelb (CDU/CSU/FDP)

(und genau diese wurde dann nach der Wahl auch gebildet)

rot-rot-grün (SPD/Linke/Grüne)

rot-schwarz (SPD-CDU/CSU)

schwarz-gelb-grün (CDU/CSU-FDP-Grüne)

(eine solche ‚Jamaika‘-Koalition kam dann erst 2017 zur Verhandlung, konnte aber wegen des FDP-Rückziehers nicht umgesetzt werden).

„*Es wird Nichts mehr so sein, wie es war!*“

Dennoch: Die Sonne und der Mond gehen nach wie vor jeden Tag auf und unter (**u.r.**, beide in einem Bild)

Trotzdem (und mit Verzierung, **u.l.**):

Alles Gute für das Jahr 2009 (o.m.)

(in China das Jahr des Büffels)



Chopin *
200
R.Schumann
200
Mutter
Theresa 100

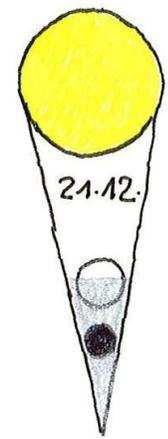
(DDR+BRD) 3.10 = 20D



Das „Dicke Ende“
kommt erst noch!



Melanchton
450
Twain †
100
R.Köch
100
H.Dunant
100



Nimm's leicht!

Das Jahr 2010

.....

Die Jahreszahl **2010**

wird im Bild durch den 20-Euro-Geldschein (**o.l.**)
und die 10 EuroCent-Münze (**o.m.**) dargestellt.

Um Geld dreht sich ja schließlich Alles, zumindestens Vieles.

Die Schweinegrippe H1N1 ist weltweit noch nicht zu Ende.

Deckt euch mit Nasentropfen ein!

(Globus und Nasentropfen, **u.m.**)

Vom 11. Juni bis 11. Juli wird die Fußballweltmeisterschaft in Südafrika

(Fahne, **o.r.**) stattfinden.

Die deutsche Elf erreichte wieder nur den dritten Platz,
nachdem sie im Halbfinale gegen Spanien ein 0:1 kassiert hatte.
Totschützenkönig war mit 5 Toren Thomas MÜLLER (*13.9.1989).

Am 3. Oktober 2010 wird sich die Eingliederung der DDR in die BRD
zum 20. Male jähren (Schriftzug **m.l.**).

Wie sieht es aus?

Dominiert wird das Bild von zwei Figuren:

Rechts im Bild die neue schwarz-gelbe Regierung

(siehe Farbe der Handschuhe, **m.r.**),

viele Schulden (- - - -, rot unterlegt) und wenig Positives (+, grün unterlegt).

viel Versprechen, aber das dicke Ende kommt erst noch! (**m.m.**).

Links im Bild der deutsche Michel: „*Nimm's leicht!*“

(Schriftzug **u.m.** und Feder-leicht, **u.r.**)

Am 21. Dezember 2010 gibt es die nächste totale Mondfinsternis! (**u.r.**)

Wünsche für gute Gesundheit im Jahre 2010

(Männchen mit Hantel, **o.m.**)

Im Jahre **2010** jährten sich zum 200. Mal die Geburtstage
des polnischen Komponisten, Pianisten und Klavierpädagogen

Frédéric CHOPIN (*22.2.1810, †17.10.1849)

und des deutschen Komponisten, Musikkritikers und Dirigenten

Robert SCHUMANN (*8.6.1810, †29.7.1856)

sowie der 100. Geburtstag der Mutter Theresa,

bürgerlich Karolina GERHARDINGER (*20.6.1797, †9.5.1879)

(wurde als Maria Theresia von Jesus, Ordensschwester und Gründerin der Kongregation
der Armen Schulschwestern von Unserer Lieben Frau,
am 17.11.1985 in Rom seliggesprochen, **m.l.**).

Als Pendant auf der rechten Bildseite

die Todestage bekannter Persönlichkeiten (**m.r.**):

der Theologe Philipp MELANCHTON (*16.2.1497, †19.4. 1560, 450.)
(eigentlich Philipp SCHWARTZERDT, war neben Martin LUTHER einer der wichtig-
sten kirchenpolitischen Akteure und theologischer Autor der Wittenberger Reformation)

der amerikanoische Schriftsteller Mark TWAIN (100.)

(eigentlich Samuel Langhorne CLEMENS, *30.11.1835, †21.4. 1910)

der deutsche Mediziner, Mikrobiologe und Hygieniker

Robert KOCH (*11.12.1843, †27.5.1910, 100.)

ihm gelang es 1876, den Erreger des Milzbrands zu kultivieren und zu beschreiben)

der Schweizer Geschäftsmann, Humanist und Buchautor

Jean-Henry DUNANT (*8.5.1828, †30.10.1910, 100.),

(er wurde im Juni 1859 in der Nähe der italienischen Stadt Solferino Zeuge der erschre-
ckenden Zustände unter den Verwundeten nach einer Schlacht zwischen der Armee Öster-
reichs und den Truppen Sardinien-Piemonts und Frankreichs,

Buchtitel 1862: ‚Eine Erinnerung an Solferino‘)

Das Jahr 2011

.....

Die Jahreszahl **2011** wird im Bild dargestellt durch die Tagesschau 20 Uhr (**o.m.,l.**)
und das Logo von Elf Aquitaine, der damaligen Mutter der heutigen Total Raffinerie Mitteldeutschland, Leuna (**o.m.,r.**).

Die Anfangsbuchstaben der Jungsnamen in der oberen Randzeile ergeben den Wunsch:

„Alles Gute für Zwei Null Elf“,

die der Mädchennamen in der rechten Randzeile: *„Gute Gesundheit“*

und die der Blumennamen in der unteren Randzeile: *„Viel Freude“*.

Zentraler Blickpunkt (**m.m.**):

„Was geschieht mit dem Euro? Wohin gehen Stabilität und unsere Existenz?“

Die Banken müssen Kurs halten auf dem Weg zur Überwindung der Bankenkrise

(Logos von WestLB, Deutscher Bank und Dresdner Bank, v.l.n.r., **o.m.**)

Glosse über die Stabilität der Banken (**u.r.**):

Vater zum Sohn: *„Wir müssen es jetzt teilen, mein Sohn ... Meiner Bank kann ich nicht mehr vertrauen!“*

Landtagswahlen in Sachsen-Anhalt (20.3.2011),

Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg (27.3.2001, **m.l.** bis **u.l.**): Rot – Grün – Gelb?

Die Volkszählung 2011 hat auch nicht nur Sympathien (**o.l.**).

Es jähren sich im Jahre 2011 zum 200. Male

der Geburtstag des ungarischen Komponisten, Pianisten, Dirigenten, Theaterleiters, Musiklehrers und Schriftstellers (mit deutscher

Muttersprache), Franz LISZT (*22.10.1811, †31.7.1886, Unterschrift, **m.r.**)

und der Todestag des deutschen Dramatikers, Erzählers, Lyrikers und Publizisten

Heinrich von KLEIST (*10.10.1777, †21.11.1811, ‚Der zerbrochene Krug‘, **m.r.**).

2011 ist nach dem chinesischen Kalender das Jahr des Hasen (Zeichen, **m.m.,r.**).

Zwei Mal im Jahr 2011 tritt über Europa eine totale Mondfinsternis ein:

am 15. Juni (Höhepunkt: 23:13:36) und am 10. Dezember (15:36:24, **u.m.**).

Das Jahr 2011 ist auch das Internationale Jahr der Wälder

(Logo: Erholung, Wald, Holz, Regen, Trinkwasser, Lebensraum für Tiere und Pflanzen, landschaftliche Vielfalt, Schutz vor Naturgefahren, **o.r.**)



BEF¹⁵ DEM⁹ EEK⁴ FIM⁴⁰ FRF⁶ GRD⁹ IEP⁹ ITL⁸ LUF¹⁴
 MTL⁴¹ NLG³ ATS¹² PTE¹ SKK⁴³ SIT⁸ ESP¹⁵⁵ CYP²

Man müsste noch mal...

DUTZEND

* 200 OLIVER TWIST

Februar 29

FII

* 300

6.M.

27-7 12-8

5125

13.000.00 ENDE ? 24.12.

Das Jahr 2012

.....

An die Jahreszahl **2012** wird im Bild erinnert durch die Schriftzüge:

„*Man müsste noch mal zwanzig sein...*“ und „*Dutzend.*“

Es ist ein Schaltjahr mit einem zusätzlichen 29. Februar (**o.r.**)

Wieder werfen große Sportereignisse ihre Schatten voraus:

Olympische Spiele vom 9. Juni bis 1. Juli in London/Großbritannien (Stadtwappen, Ringe, **o.m.** und **m.m.**),

UEFA-Fußballeuropameisterschaft vom 27. Juli bis 12. August (Fußball, **m.r.**).

Politisch und fiskalisch stellt sich der Zeichner/Autor die Frage:

„*Geht die Europäische Wirtschaftunion (EWU) unter?*“ (wie die ‚Titanic‘ vor 100 Jahren, **m.l.**).

Das Kapital (der Kapitän) steuert und schaut, wer von den 17 EU-Ländern seine alte Währung zurück erhält (**o.l.**).

Am rechten Bildrand die 17 ehemaligen Landeswährungen in den amtlichen Abkürzungen

(die Zahlen 1 bis 16 unter den Währungsangaben ergeben den Wunsch für 2012, **o.r.** bis **m.r.**)

„*Alles Gute im Neuen.*“

In den USA ist am 6. November die Präsidentenwahl (**u.m.**).

Bei dieser Wahl setzte sich Barack OBAMA (*4.8.1961) gegenüber seinem republikanischen Herausforderer

Mitt ROMNEY (*12.3.1947) durch und wurde so für eine zweite Amtszeit bestätigt.

Vizepräsident während seiner beiden Amtsperioden war der heutige Präsident Joe BIDEN (*20.11.1942).

Im Jahre 2012 jährt sich:

der 200. Geburtstag des englischen Schriftstellers Charles DICKENS (*7.2.1812, †9.6.1870, ‚Oliver Twist‘, **o.r.**) und

der 300. Geburtstag des preußischen Königs Friedrich des Großen (*24.1.1712, †17.8.1786),

der nicht nur tiefgreifende gesellschaftliche Reformen durchsetzte, die Folter abschaffte und den Ausbau des Bildungssystems forcierte, sondern auch die Landwirtschaft förderte und den Kartoffelanbau als Nahrungsmittel anordnete

(Kartoffelbefehl vom 24. März 1756, **u.m.**).

Der Hirschkäfer ist Insekt des Jahres (**u.r.**)

In esoterischen Kreisen wird nach der Maya-Schöpfung der Weltuntergang

für den 21. oder 23. Dezember vorhergesagt (**u.l.**).



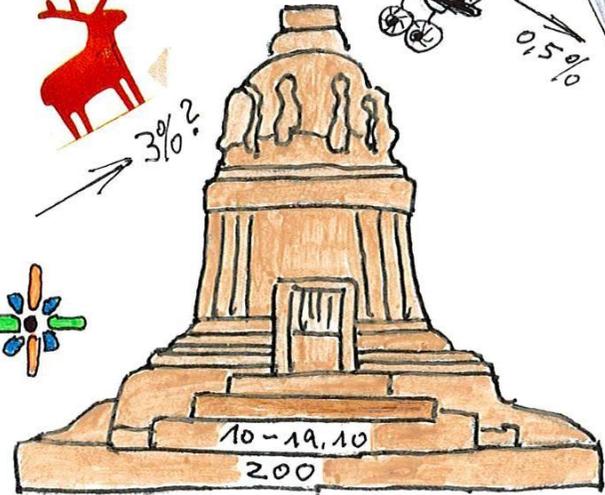
10.-28.7.



49%



3%²

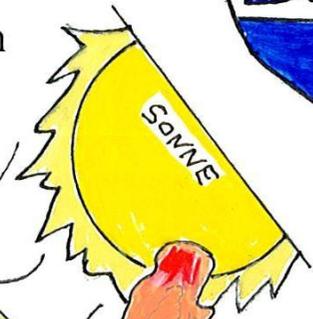
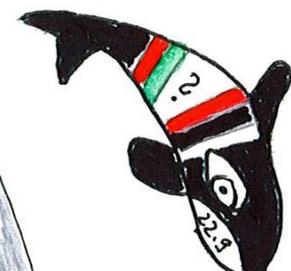
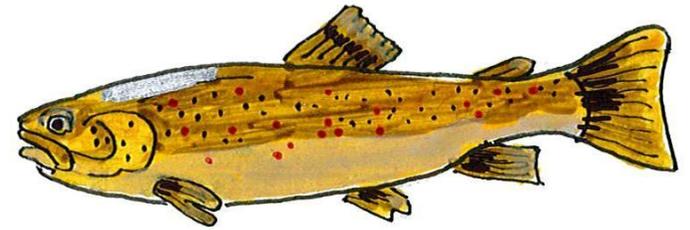


10-19.10
200

ALLES GUTE (für)

Zum
weiteren
Anlaß
neuer
Ziele
in
gebührender

Dankbarkeit
rationell
erleben
in
Zeiten
ernster
Hintergründe
neuentdecken



R. Diesel T¹⁰⁰
1.49⁹
→ → →

ISON
2012/21



Ryszard Wagner
*200 22.5.

Ryszard Wagner
*200 10.10.

Das Jahr 2013

.....

Der Spruch für das neue Jahr:

„*Alles Gute für 2013! Zum weiteren Anlass **neuer Ziele in gebührender Dankbarkeit rationell erleben** in Zeiten ernster Hintergründe **neuentdecken**“*

(die Anfangsbuchstaben von oben nach unten gelesen: **Zwanzig Dreizehn, o.m.**)

Dominant im Bild die Figur einer Fußballerin
unter der schwedischen Flagge (**o.r.**).

Die Fußballeuropameisterschaft der Frauen in Schweden
vom 10. bis 28. Juli wirft ihre Schatten voraus.

Die Bundestagswahl (Bild Wal, **m.m.**) findet am 22. September statt.

Rot-Grün oder Rot-Schwarz?

Am 22. Oktober trat der Bundestag zusammen
und wählte eine CDU/CSU/SPD-Regierung
(Schwarz-Rot, drittes MERKEL-Kabinett)

Ökonomisch fürchtet der Zeichner ein Desaster:

Das Bruttoinlandsprodukt (BIP) soll anstelle der vorausgesagten 1,9%
nur noch um 0,5% wachsen (**m.l.**).

Die Rentner (französisch: Rentier, **m.l.**)
hoffen trotzdem auf eine Rentensteigerung um 3%.

Sonnenstürme sorgen alle elf Jahre für ein Chaos auf der Erde.

Plasmaströme der Sonne sorgen für Tumult auf der Erde.

Das Magnetfeld schützt sie (**m.m.,r.**)

„*Aber wehe, sie dringen durch!*“

Der Komet Ison wird mit bloßem Auge zu sehen sein.

Seine größte Helligkeit wird für den 26./27. Dezember
mit Vollmondstärke erwartet (**m.l.** bis **u.m.**).

Die Forelle ist Fisch des Jahres (**o.r.**).

Das Leberblümchen ist die Blume des Jahres (**u.m.,r.**).

Die Bekasine (Schnepfenvogel) ist der Vogel des Jahres (**u.m.,l.**).

Ausgewählte Jahrestage:

Zum 200. Male jähren sich die Geburtstage
des deutschen Komponisten, Dramatikers, Dichters, Dirigenten und

Theaterregisseurs

Richard WAGNER

am 22. Mai (Unterschrift, **u.r.**) und

des italienischen, bis heute sehr viel gespielten

Komponisten der Romantik

Guiseppe VERDI

am 10. Oktober (Unterschrift, **u.r.**),

der 100. Todestag des deutschen Ingenieurs und Erfinders des

„Dieselmotors“ Rudolf DIESEL am 27. September

(Schriftzug, inzwischen klettern die Preise des Dieselmotors auf ungeahnte 1.49⁹ €, **m.r.,u.**).

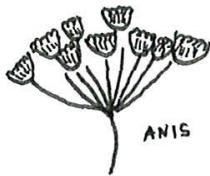
Die Deutsche Lebensrettungsgesellschaft e.V. begeht am 19. Oktober
ihr 100-jähriges Gründungsjubiläum (Leipzig, **m.r.,u.**).

Ebenfalls im Oktober blicken wir mit Ehrfurcht auf die vor 200 Jahren dort
tobende Völkerschlacht bei Leipzig zurück. In dieser Entscheidungsschlacht der Befreiungskriege (10.-19.10.) besiegten die Truppen der Verbündeten Russland, Preußen, Österreich und Schweden die Truppen des geschlagenen französischen Kaisers NAPOLEON BONAPARTE

(Völkerschlachtdenkmal in Leipzig, **u.l.**).



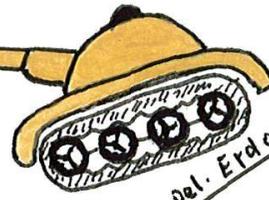
SCHWANENBLUME



ANIS



Goldschildfliege



Benzin · Gas · Del. Erdgas · BANGE MACHEN GILT NICHT!



BLATTLOSE WIDERBART



SPITZWEGERICH



1.-100
2.-75



Zwei Null Eins Vier

5 · 18 · 6 · 15 · 12 · 7 + 7 · 12 · 21 · 5 · 3 · 11

ZINSEN



WOLFSMILCHSCHWÄRMER



20.5. * 250

Temperaturen · Hochwasser · Sturm · Versicherungen · Miete · Strom · Milch · Butter
2 · 0 · 25 · 0 · 5 · 10 · 15 · 20 · 25 · 30 · 25 · 31 · 75 · 4 · 2



7.-23.2.



GRÜNSPECHT



STÖR



10000 ?

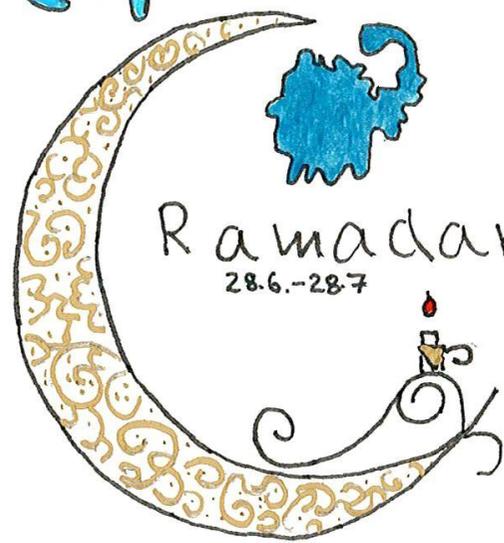


TRAUBENEICHE

Johannes XXIII
Johannes Paul II
27.4.



13.6 - 13.7



Ramadan
28.6.-28.7



Das Jahr 2014

Ein großer Pfeil beherrscht das Bild (**u.l.** nach **o.r.**):

ZNEV: **Z**wei **N**ull **E**ins **V**ier (**o.r.**) = 2014

Die Zahlenreihe (nach dem Alphabet) sagt aus und wünscht (**o.r.**):

$E^5 R^{18} F^6 O^{15} L^{12} G^7 + G^7 L^{12} U^{21} E^5 C^3 K^{11}$

Der Leitspruch diesmal: „**Bange machen gilt nicht!**“ (**o.r.**)

Pfeil nach oben, alles steigt (**u.l.** nach **o.r.**):

Temperaturen, Hochwasser, Sturm, Versicherungsbeiträge, Miete, Strom,

Milch, Butter, Benzin, Gas, Öl, Erdöl.

Pfeil nach unten (**o.r.** nach **u.l.**):

Zinsen sinken von 4,2% (2009) auf 0,25%. Bald auf Null?

Damit wird unser Geld immer weniger

(vom 200 €-Schein ist schon eine Ecke weg! **o.r.**)

Eine Dachs-Spur (**m.r.** bis **u.r.**):

Wann erreicht der DAX die 10.000er Marke?

(aktuell 2021 ist die 16.000-Grenze überschritten)

Die Winterolympiade findet vom 7. bis 23. Februar

in Sotschi/Russland statt

(Logo der Spiele, **m.r.**).

Die Fußballweltmeisterschaft der Männer

wird vom 13. Juni bis 13. Juli in Brasilien ausgetragen

(Logo der Spiele, **u.m.,r.**).

Der Ramadan (Fastenmonat der Muslime,

neunter Monat des islamischen Mondkalenders)

geht in diesem Jahr vom 28. Juni bis zum 28. Juli (**u.r.**).

Pabst JOHANNES XXIII. (um 1370-1419)

und Pabst JOHANNES PAUL II. (1920-2005)

werden am 27. April in Rom heilig gesprochen (**u.m.,l.**).

Vor 100 Jahren begann am 28. Juli der I. Weltkrieg und
vor 75 Jahren am 1. September der II. Weltkrieg (**o.m.**).

Am 20. Mai jährt sich zum 250. Mal der Geburtstag
des Grafikers und Bildhauers Gottfried SCHADOW, des Schöpfers der
Quadriga auf dem Brandenburger Tor in Berlin (**o.l.**).

In China beginnt das Jahr des Pferdes (**u.l.**).

2014 ist das Jahr

der Blume: ‚Schwanenblume‘ (**o.l.,o.**),

der Orchidee: ‚Blattlose Wiederbart‘ (**o.l.,u.**),

des Schmetterlings: ‚Wolfsmilchschwärmer‘ (**m.l.,o.**),

des Vogels: ‚Grünspecht‘ (**m.l.,u.**),

des Fisches: ‚Stör‘ (**u.l.,o.**),

des Baumes: ‚Traubeneiche‘ (**u.l.,u.**),

der Heilpflanze: ‚Anis‘ (beide **o.l.,o.**),

der Arzneipflanze: ‚Spitzwegerich‘ (**o.l.,u.**) und

des Insektes: ‚Goldschildfliege‘ (**o.m.,l.**).



Das Jahr 2015

.....

Das große Hufeisen sticht sofort ins Auge: „*Viel Glück*“ (**o.m.**).
Im Hufeisen ‚2015‘ in den Zahlen des internationalen Flaggenalphabets.

Das Glück kann getrübt werden durch die Randprobleme:

Ukrainekrise (Wappen der Ukraine, **o.l.**),

Klimakatastrophen (Sonne, Wolken, Regen, Schnee, Blitz und Donner, **m.l.o.**),

Terrormiliz Islamischer Staat (schwarze Fahne der IS, **m.m.l.**),

Nahostkonflikt, mangelnde Friedensgespräche

zwischen Israel und Palästina, Flagge und Wappen, **m.m.**),

Ebola-Epidemie in Afrika (Virus, **m.m.r.**),

Atomprogramm Iran (Wappen, **m.m.r.**),

Krieg in Syrien (Flagge, **o.r.**) und die

globale Finanzkrise (Dollar- und Euro-Zeichen, **o.r.**).

Die Leichtathletik-Weltmeisterschaften finden

vom 29. August bis zum 6. September in Peking/China statt (**u.l.**).

2015 ist das chinesische Jahr des Schafes (oder der Ziege, **u.m.l.**) und
das Jahr des Lichtes und der lichtbasierten Technologien der UNESCO (**o.r.**).

Die UNO veranstaltet das ‚Internationale Jahr der Böden‘ (Logo, **u.l.**).

Am 14. Juli soll die NASA-Raumsonde ‚New Horizons‘ den Zwergplaneten Pluto und seine Monde
erreichen und erforschen (**m.r.**).

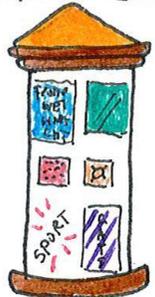
Am 28. September tritt eine totale Mondfinsternis ein (**u.r.**).

Vom 1. Mai bis 31. Oktober findet in Mailand/Italien die Weltausstellung EXPO statt (**o.r.**).

Am 6. Juli jährt sich zum 600. Mal der Todestag von Jan HUS,
böhmischer christlicher Theologe, Prediger und Reformator, zeitweise Rektor der Prager Karls-Universität.
Er wurde auf dem Scheiterhaufen verbrannt, weil er seine Lehren nicht widerrufen wollte.

Er gilt in Tschechien als Nationalheiliger (**o.l.**).

STIEGLITZ • FELDHAMSTER • FEVERSALAMANDER • HECHT • WINTERLINDE • WIESENSCHLÜSSELBLUME • DIE SOMMER-DREHWURZ • DIE HEIDEFLECHTE



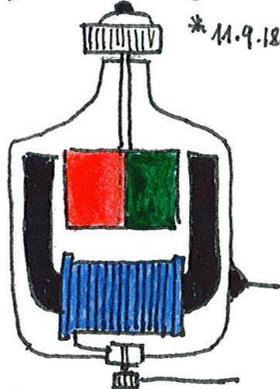
* 11.2.1816



5%



* 11.9.1816



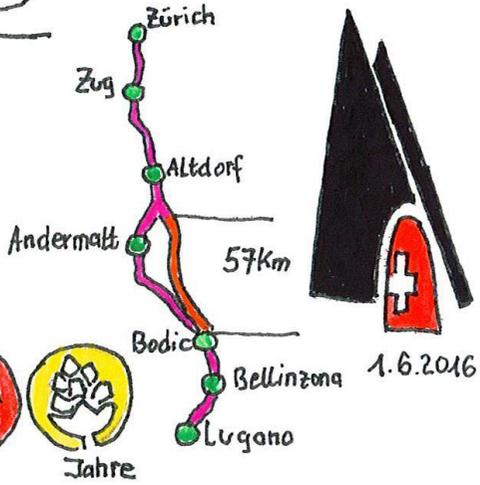
* 13.12.1816

$$\int_a^b f(x) dx$$

$$a \frac{df}{dx}(x_0)$$

14.11.1786

50 Jahre



1.6.2016

WIR SCHAFFEN DAS

irklich?
rational
ichtig!?

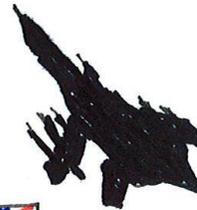
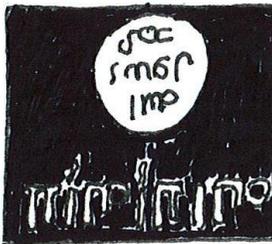
chöne Tage
harts hören
eitere Stunden
nhaltend viel Geld
rohe Laune
reudige Erlebnisse
rholtsame Ruhe
aturreichlebnisse

ampf ablassen
lies hinterfragen
mall Talk

20/10

20

Motto



100. in L
25.-29.5.



70%



DER STACHELBEERSPINNER • DAS HÖHLENLANGBEIN • DER LILASTIELIGE RÖTELITTERLING • DAS MITTLERE TORFMOOS • DIE SCHWERTLILIE

Das Jahr 2016

.....

Das Jahr 2016 steht unter der Losung:

„**Wir schaffen das**“ (Angela MERKEL)

Das Motto liefert die Anfangsbuchstaben für Fragen und Wünsche
zum neuen Jahr 2016:

„**Wirklich? / Irrational / Richtig!?** //

Schöne Tage / Charts hören / Heitere Stunden / Anhaltend viel Geld /
Frohe Laune / Freudige Erlebnisse / Erholsame Ruhe / Naturerlebnisse //
Dampf ablassen / Alles hinterfragen / Small Talk“ (o.m.).

70% der Zuwanderer in die BRD sind Muslime

(Luftballon: „*Wieviel hält er noch aus?*“ m.r.).

Luftschläge gegen den Islamischen Staat (IS) durch USA, Frankreich und
Russland, BRD und UK unterstützen (Flaggen, u.m.,r.).

Am 8. November wird in den USA der 45. Präsident gewählt

(Donald TRUMP ist es geworden, u.m.).

VW-Abgas-Skandal kratzt am Image der deutschen Automobilbauer

(manipulierte NO_x- und CO₂-Werte, m.r.).

Die Fußballeuropameisterschaft der Männer
wird im Juni/Juli in Frankreich ausgetragen

(Fußball in Landesfarben, o.r.).

Die Sommerolympiade findet vom 5. bis 21. August
in Rio de Janeiro/Brasilien statt

(Logo der Spiele, m.r.).

Am 1. Juni wird der Gotthard-Basistunnel eröffnet

(mit 57 km der längste Eisenbahntunnel der Welt, u.m.,l.).

2016 ist ein Schaltjahr (Schaltgetriebe: 20 + 6 ohne s und 10= zwanzigsechzehn, m.r.).

2016 ist nach dem chinesischen Kalender das Jahr des Affen (o.m.).

In Bayern wird der 500. Jahrestag
des Bayrischen/Deutschen Reinheitsgebotes gefeiert

(„*Hopfen und Malz – Gott erhalts*“, u.l.).

Vom 25.-29. Mai wird in Leipzig der 100. Katholikentag begangen (u.r.).

Die deutschen Rentner bekommen eine 5%-ige Rentenerhöhung! (o.l.).

Am 14. November jährt sich zum 300. Mal der Todestag von
Gottfried Wilhelm LEIBNIZ, dem Erfinder der Infinitesimalrechnung (u.l.).

Vor 100 Jahren wurden geboren:

Am 11. Februar der Berliner Drucker Ernst Theodor LITFAß (Litfasssäule, o.l.).

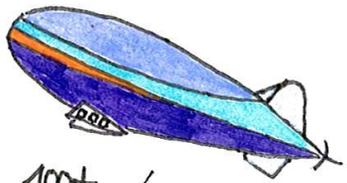
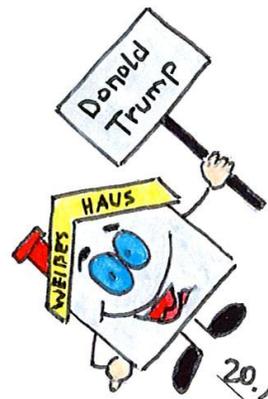
Am 11. September der deutsche Mechaniker und Unternehmer Carl ZEISS,
Gründer der gleichnamigen Feinmechanik- und Optik-Firma in Jena

(Firmenlogo, o.l.).

Am 13. Dezember der deutsche Elektroingenieur und Industrielle
Werner von SIEMENS, Erfinder der Dynamomaschine (m.l.).

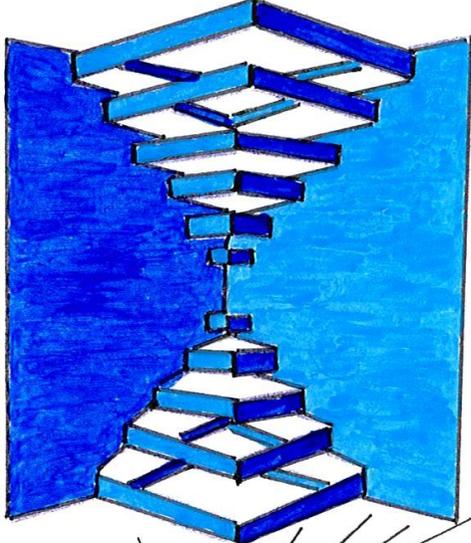
Zum Freuen und Nachdenken sind am oberen Rand des Bildes aufgeführt:
als Vogel der Stieglitz, als Tier der Feldhamster, als Lurch der
Feuersalamander, als Fisch der Hecht, als Baum die Winterlinde, als Blume
das Wiesenschlüsselchen, als Orchidee die Sommer-Drehwurz, als Flechte die
Heideflechte (oben, v.l.n.r.),

am unteren Rand: als Schmetterling der Stachelbeerspanner, als Höhlentier
das Höhlenlangbein, als Pilz der lilastielige Rötelritterling, als Moos das
mittlere Torfmoos und als Staude des Jahres die Schwertlilie (unten, v.l.n.r.).



100t
8.3

134.-
15.10.



12.2.
N
E
U
E
S
J
A
H
R

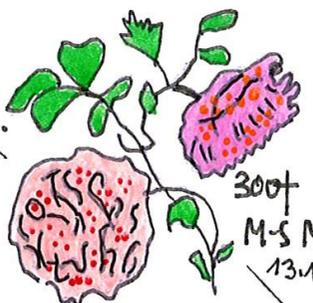
N
E
U
E
S
G
L
Ü
C
K



September



200 *
T.S.



300t
M-S M
13.1.



FICHTE



Flunder



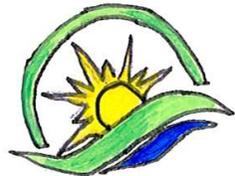
1.1.
100



Waldkauz

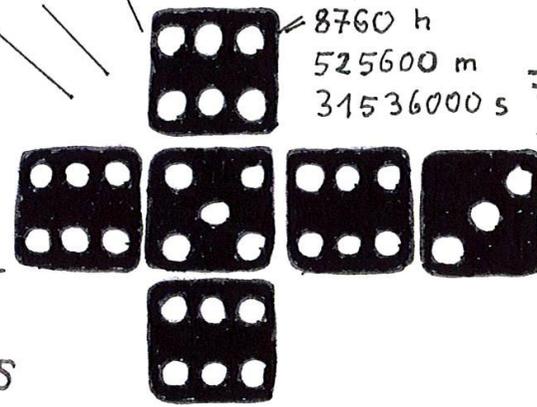


KLATSCHMOHN



Sonntag

Sanfter Tourismus



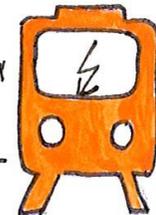
8760 h
525600 m
31536000 s

7.11.

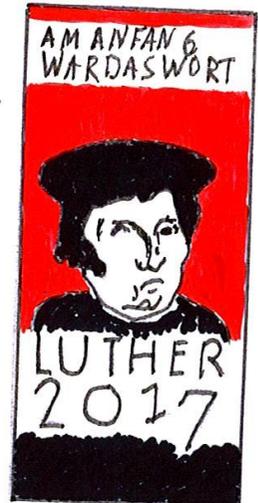


31.10.

Dezember
Sonntag



iLINT



Das Jahr 2017

.....

Der auffällige, blaue Blickfang in der Mitte des Bildes verheißt:

„*Neues Jahr – Neues Glück!*“ (o.m.).

Die Jahreszahl 2017 in den Würfeln (waagrecht 20, senkrecht 17, u.m.).

Nicht alljährlich:

Das Jahr beginnt an einem Sonntag und endet auch an einem Sonntag.

Es hat 8.760 Stunden, 525.600 Minuten und 31.536.000 Sekunden (u.m.).

Wird 2017 durch Wandel und Polarisierung
ein Jahr der wachsenden Gegensätze?

Am 20. Januar ist die Amtseinführung des neuen US-Präsidenten
Donald TRUMP (*1946, o.l.).

Am 12. Februar ist Wahl des Bundespräsidenten (o.m.,l.)

(Frank-Walter STEINMEIER wird der 12. Bundespräsident der BRD).

Im September ist die Bundestagswahl.

Welche Optionen wird es geben?

(schwarz-rot/sog. große Koalition? schwarz-gelb-grün/Jamaika? schwarz-rot-grün/Kenia?

oder rot-rot-grün? m.r.)

(FDP hat Jamaika platzen lassen, schwarz-rot nach langer Quälerei).

Vom 13. April bis zum 15. Oktober findet in Berlin
die Internationale Gartenbauausstellung statt (o.r.).

Im Dezember soll der erste Zug mit Wasserstoffantrieb auf der Bahnstrecke

Buxtehude – Bremervörde – Bremerhaven – Cuxhaven
in Betrieb genommen werden

(ohne elektrische Oberleitung, mit Brennzelle, nur Wasser als Abprodukt,

iLINT: leichter innovativer Nahverkehrstriebwagen, u.r.).

2017 ist das Jahr des sanften Tourismus (u.m.,l.).

Nach dem chinesischen Kalender ist 2017 das Jahr des Hahnes (o.m.).

Im Gedenken an:

Vor 100 Jahren

nimmt am 1. Januar die Mitropa-Schlafwagen und Speisewagen AG
ihren Betrieb auf (m.l.),

jährt sich am 8. März der Todestag des Grafen Ferdinand von ZEPPELIN,
dem Entwickler und Begründer des Starrluftschiffbaus (o.r.)

und blicken wir

am 7. November auf die Oktoberrevolution in Russland zurück

(rote Fahne mit Hammer und Sichel, m.r.).

Der 200. Geburtstag von Theodor Storm wird am 14. September begangen

(1888 erschien seine bekannteste Erzählung ‚Der Schimmlereiter‘, m.r.).

Der 300. Todestag der Naturforscherin und Künstlerin

Marie-Sibylle MERIAN steht am 13. Januar im Kalender

(ihr Porträt war auf den 500 DM-Scheinen, Blumen, m.l.).

Der 500. Jahrestag der Reformation wird am 31. Oktober insbesondere an den

Geburts-, Wirkungs- und Sterbestätten von Martin LUTHER (1483-1546) in

Eisleben und Wittenberg sowie im gesamten Bundesland Sachsen-Anhalt

feierlich begangen werden (u.r.).

Die Blume des Jahres ist der Klatschmohn,

der Vogel des Jahres der Waldkauz,

der Fisch des Jahres die Flunder und

der Baum des Jahres die Fichte (u.l.).

MMXVIII WÜNSCHE FÜR XXΔΠIII

70.
12.12.1948
SEB beschließt die Gründung des Verbandes „Junge Pioniere“

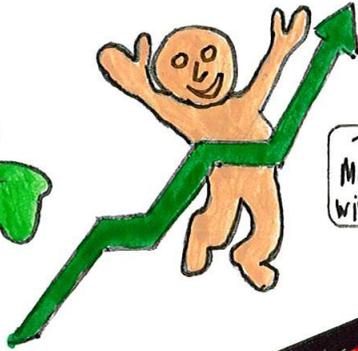
100.
23.2.1918
Gründung der Roten Armee

14.6.-15.7.2018
21. Fußball WM in Russland

70.
15.11.1948
Erste Ho-Läden in der SBZ

9.-25.2.2018
XXIII.
Olympische Winterspiele Pyeongchang Südkorea

18.2.1958
Erstmals Herz-Lungenmaschine i.B.



50.
1.1.1968
Mehrwertsteuer wird eingeführt

70.
26.2.1948
Gründung Max Planck-Gesellschaft

60.
29.7.1958
Gründung der NASA

60.
28.3.1868
Geburtstag Maxim Gorki

225.
10.8.1793
Louvre in Paris eingeweiht

ERINNERUNGEN AN...

50.
29.5.1968
Erster Geldautomat in Betrieb TÜRNINGEN

175.
15.6.1843
Geburtstag Edward Gries

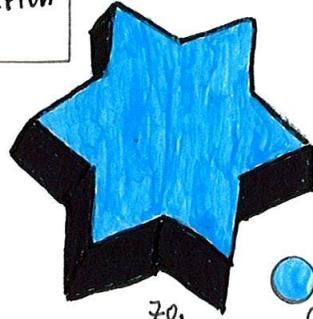
195.
1.9.1818
Erste Bluttransfusion von Mensch zu Mensch

40.
10.7.1978
Anti-Blockier-System (ABS) geht in die Produktion

80.
1.1.1938
Neue StVO tritt in Berlin in Kraft

150.
400.
23.5.1648
zweiter Prager Fenstersturz - Beginn des 30-jährigen Krieges

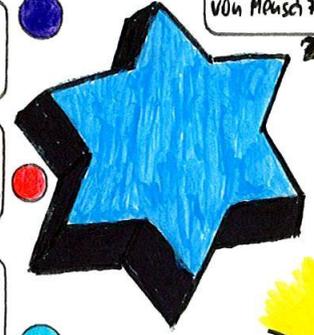
70.
21.6.1948
Einführung DM in 3 westl. Besatzungszonen



60.
25.3.1958
Bundesregierung spricht sich für atomare Bewaffnung der Bundeswehr im Rahmen der Nato aus

60.
1.7.1958
Gleichheit Mann und Frau-Gesetz tritt in Kraft

1950.
9.6.68
Römischer Kaiser NERO begeht Selbstmord in Rom/Latium



70.
16.7.1948
Erste Flugzeugentführung

80.
15.2.1938
Pflichtjahr für Frauen in Deutschland eingeführt

75.
10.6.1943
Patent für ersten Kugelschreiber László Bíró

23.11.1918
8 Stunden Tag für Arbeiter + Angestellte

100.
28.9.1928
Alexander Flemming entd. Penicillin

Das Jahr 2018

Wünsche für 2018 (o.m.)

(links daneben nach der römischen Zahlschrift: M = 1000, X = 10, V = 5, I = 1, rechts daneben in griechischen Zahlzeichen: X/Chi=1000, Δ/Delta=10, Π/Pi=5, Ι/Iotha=1)

Gesundheit (Äskulapstab, **o.m.,l.**),

Glück (vierblättriges Glückskleeblatt, **o.m.,m.**),

Erfolg (Männchen mit Freudensprung und Pfeil nach oben, **o.m.,r.**).

2018 werfen Großsportereignisse ihre Schatten voraus:

Olympische Winterspiele vom 9.-25. Februar in Pyeongchang/Südkorea (**o.l.**), die 21. **Fußballweltmeisterschaft** in Sotschi/Russland vom 14.6.-15.7. (**o.r.**).

Die **Muster** des Pfeils in der Bildmitte stammt von einem Möbel auf Schloss Zeitz, die Sterne vom Fußboden der Kathedrale in Toledo/Spanien (**u.m.**).

Dominant im Bild der schön gestaltete **rote Pfeil** nach oben – **Erinnerungen an Jahrestage** (ohne Wichtung der Auswahl):

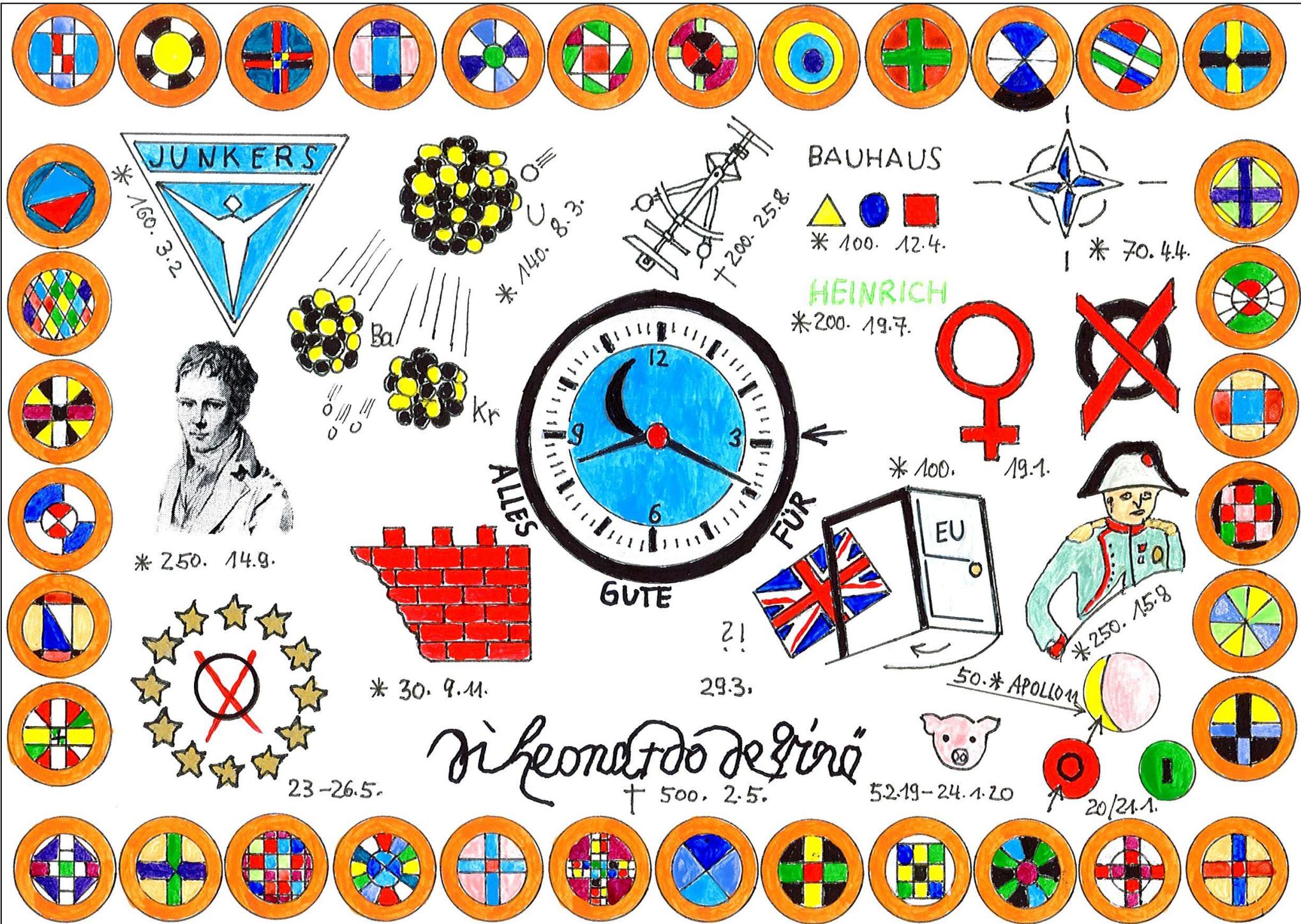
Vor 40 Jahren:	10.07.1978	Anti-Blockier-System (ABS) geht in Produktion (m.l.).
Vor 50 Jahren:	01.01.1968	Die Mehrwertsteuer wird eingeführt (o.r.).
	27.05.1968	Erster Geldautomat in Tübingen/Baden-Württemberg in Betrieb genommen (m.r.).
Vor 60 Jahren:	18.02.1958	Erstmals eine Herz-Lungen-Maschine in Betrieb (o.m.,l.).
	25.03.1958	Bundesregierung spricht sich für atomare Bewaffnung im Rahmen der NATO aus (u.m.,l.).
	01.07.1958	Gleichheit von Mann und Frau – Bundesgesetz tritt in Kraft (u.r.,o.).
	29.07.1958	Gründung der NASA (m.l.).
Vor 70 Jahren:	26.02.1948	Gründung der Max-Planck-Gesellschaft (o.r.).
	21.06.1948	Einführung der D-Mark in drei westdeutschen Besatzungszonen (m.r.).
	16.07.1948	Erste Flugzeugentführung (u.l.).
	15.11.1948	Erste HO-Läden in der sowjetischen Besatzungszone (m.l.,o.).
	12.12.1948	SED beschließt Gründung des Jugendverbandes ‚Junge Pioniere‘ (o.l.).
Vor 75 Jahren:	10.06.1943	Patent für den ersten Kugelschreiber (László BIRÒ, u.m.).
Vor 80 Jahren:	01.01.1938	Neue Straßenverkehrsordnung (StVO) tritt in Berlin in Kraft (m.l.).
	15.02.1938	Pflichtjahr für Frauen in Deutschland eingeführt (u.m.,l.).
Vor 90 Jahren:	28.09.1928	Alexander FLEMMING entdeckt das Penicillin (u.r.).
Vor 100 Jahren:	23.02.1918	Gründung der Roten Armee in Russland (o.l.).
	23.11.1918	8-Stunden-Tag für Arbeiter und Angestellte eingeführt (u.r.).
Vor 150 Jahren:	28.03.1868	Geburtstag von Maxim GORKI (m.m.,l.).
Vor 175 Jahren:	15.06.1843	Geburtstag von Edward GRIEG (m.r.).
Vor 225 Jahren:	10.08.1793	Louvre in Paris eingeweiht (m.m.).
Vor 300 Jahren:	01.09.1818	Erste Bluttransfusion von Mensch zu Mensch vorgenommen (m.r.).
Vor 400 Jahren:	23.05.1618	Zweiter Prager Fenstersturz, Beginn des 30-jährigen Krieges (m.m.,l.).
Vor 1950 Jahren:	09.06.0068	Der römische Kaiser NERO begeht im Latium in Rom Selbstmord (u.m.).

Legende:

Die Umrandung des Bildes enthält alle Tagesdaten der 365 Tage des Jahres 2018. Sonn- und Feiertage sind mit einem roten Punkt versehen.

Die Monate sind durch unterschiedliche Farbbalken gekennzeichnet.

Die über das gesamte Bild verstreuten Textkästchen sind jeweils mit einem Punkt versehen, dessen Farbe auf den Monat hinweist. Neben dem Kästchen die Zahl der Wiederkehr des Ereignisses. Texte nebenstehend.



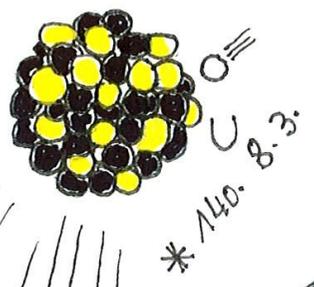
JUNKERS
* 160. 3.2



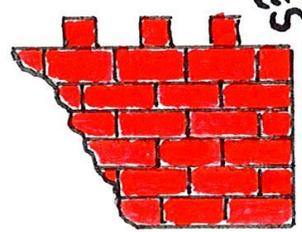
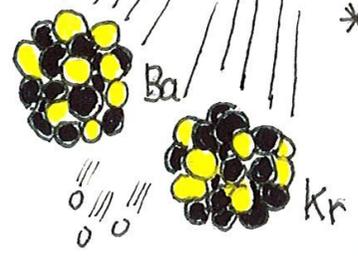
* 250. 14.9.



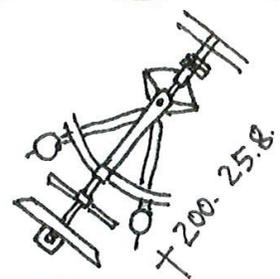
23-26.5.



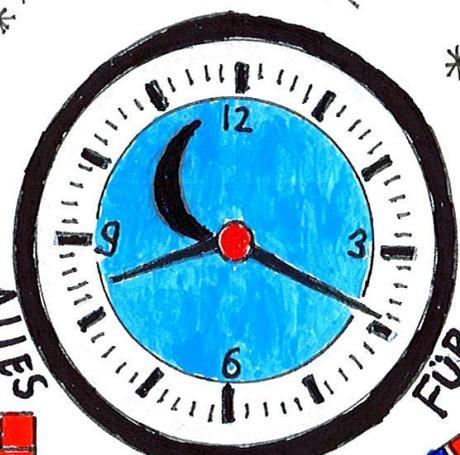
* 140. 8.3.



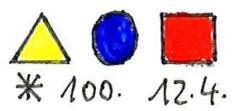
* 30. 9.11.



* 200. 25.8.



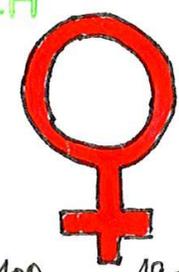
BAUHAUS



* 100. 12.4.

HEINRICH

* 200. 19.7.



* 100. 19.1.



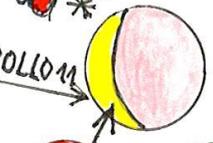
?!
29.3.



* 250. 15.8



52.19-24.1.20



50.* APOLLO



20/21.1.

Leonardo de Vinci
† 500. 2.5.

Das Jahr 2019

.....

Die Uhrzeit 20:19 in der Mitte des Bildes zeigt das Jahr an (**o.m.**).

„Alles Gute für 2019!“

Im chinesischen Kalender (5.2.2019-24.1.2020) das Jahr des Erdschweins (**u.l.**).

Am 20./21.Januar totale Mondfinsternis (der Mond wird ausgeknipst, **u.r.**).

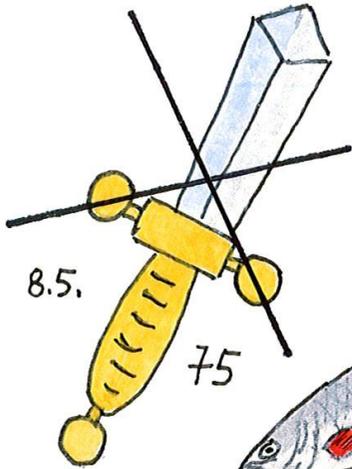
In Europa: Europawahlen 23.-26. Mai (**u.l.**).

Findet Großbritanniens EU-Austritt nun am 29. März statt? (Tatsächlich!, **m.r.,u.**).

Gedenktage:

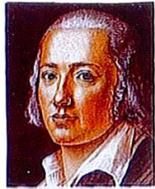
- 19. Januar** Wahlrecht für Frauen jährt sich zum 100. Mal (1919 durften Frauen das erste Mal an der Wahl zur Deutschen Nationalversammlung teilnehmen, **m.r.**).
- 3. Februar** 160. Geburtstag von Hugo JUNKERS (Ingenieur, Flugzeugkonstrukteur, 1895 Firmengründung in Dessau, Logo der Firma, ab 1936 mit dem ‚Fliegenden Menschen‘, **o.l.**).
- 3. März** 140. Geburtstag von Otto HAHN, dem Mitentdecker der Kernspaltung (Neutronen auf Uran 235, Reaktion zu Barium und Krypton, **o.m.,l.**).
- 4. April** Das transatlantische Verteidigungsbündnis NATO besteht seit 70 Jahren (Logo, **o.r.**).
- 12. April** Vor 100 Jahren wurde das Bauhaus in Weimar gegründet (Kubismus-Zeichen aus dem Bauhaus-Logo, **o.m.,r.**).
- 2. Mai** 500. Todestag von Leonardo da VINCI (Maler, Bildhauer, Architekt, Anatom, Mechaniker, Ingenieur, Naturphilosoph, Unterschrift, **u.m.**).
- 19. Juli** Der Geburtstag des Schweizer Schriftstellers Gottfried KELLER jährt sich zum 200. Mal (Literaturwerk ‚Der grüne Heinrich‘, **o.m.,r.**).
- 20. Juli** Vor 50 Jahren erste bemannte Mondlandung (US-Astronauten Neil ARMSTRONG, Edwin ALDRIN, Michael COLLINS, 20:17:40, **u.r.**).
- 15. August** Der Geburtstag von NAPOLEON BONAPARTE jährt sich zum 250. Mal (**m.l.**).
- 25. August** 250. Todestag des schottischen Erfinders der Dampfmaschine (Verbesserung des Wirkungsgrades und Entdeckung des Fliehkraftreglers, **o.m.**).
- 14. September** Der Geburtstag des deutschen Naturforschers und Universalgelehrten Alexander von HUMBOLDT jährt sich zum 250. Mal (**m.l.**).
- 9. November** 30. Jahrestag des Falls der Berliner Mauer (**m.l.,u.**).

Das Bild ist umrandet mit Mustern aus dem Schlosspark auf dem Hradschin in Prag/Tschechien.



8.5.

75



* 20.3.
250



* 11.5.
300



* 18.5
100



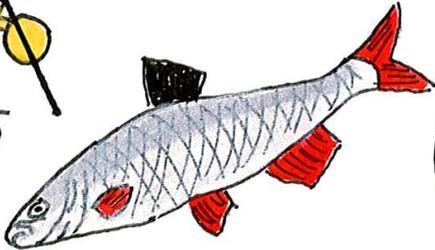
* 27.8.
250



* 28.11.
200



* 17.12
250

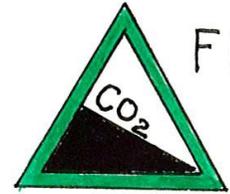


00010100

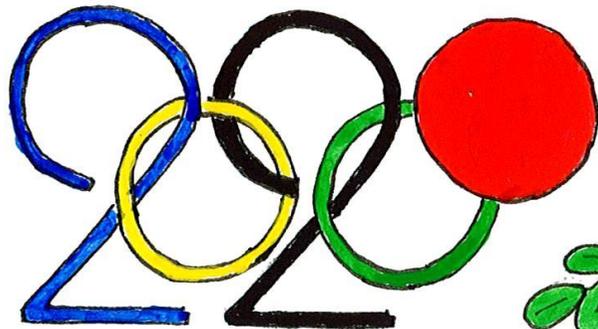


30

3.10.

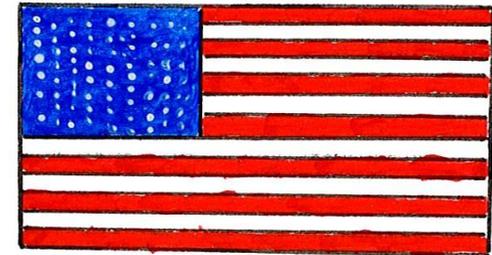
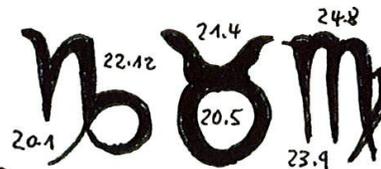
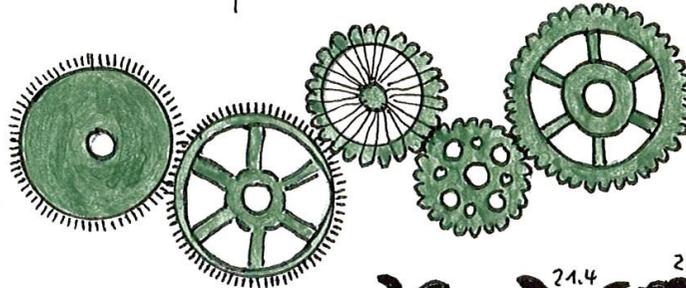


FFF



24.7

9.8



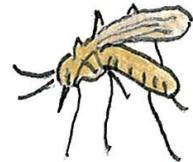
3.11.



1 2 3 4
Z



1 2 3 4
V



1 2 3 4 5
GL



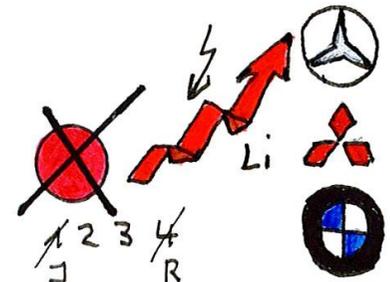
1 2 3
F



1 2 3 4
D



1 2 3 4 5
N



1 2 3 4
J R

Das Jahr 2020

.....

In der Mitte des Bildes die Jahreszahl 2020,
als 20 im Morsealphabet und Dual- bzw. Binärsystem (Darstellung von Zahlen nur durch zwei verschiedene Ziffern, **m.m.**).

Das Räderwerk darunter (Schaltung) deutet auf das Schaltjahr 2020 hin.

Der Fisch des Jahres ist die ‚Nase‘ (Näsling oder Schnabel, Karpfenfisch, **m.l.,o.**).

Der Pilz des Jahres ist die Stinkmorchel (**m.r.,o.**).

Der Baum des Jahres ist die Robinie (**u.m.,l.**).

Die besten Horoskope für 2020 haben die Sternzeichen: Steinbock, Stier und Jungfrau (**u.m.,r.**):

2020 sollte die Sommerolympiade vom 24. Juli bis 9. August in Tokio/Japan stattfinden
(verschoben auf 2021 wegen Corona-Pandemie, Logo und Flagge Japans mit rotem Kreis auf weiß, **m.l.**).

Politisch: 30 Jahre Wiedervereinigung Deutschlands (**m.r.,o.**).

75 Jahre Ende des 2. Weltkrieges (8.5.1945, **o.r.**).

Am 3. November Präsidentenwahl in den USA (Ronald TRUMP wird abgewählt, Joe BIDEN gewinnt, USA-Flagge, **m.r.**).

Klimahysterie, CO₂-Anstieg in der Atmosphäre (und im Preis, FFF ‚Fridays for Future‘, **m.r.,o.**).

Kommt schrittweise die E-Mobilität in der Autoindustrie? (**u.r.**)

Geburtstage berühmter Persönlichkeiten (obere Reihe mit Bildern v.l.n.r.):

am 20. März der 250ste des deutschen Schriftstellers Friedrich HÖLDERLIN,

am 11. Mai der 300ste des Schriftstellers Hieronimus Carl Friedrich von MÜNCHHAUSEN,

am 18. Mai der 100ste von Pabst JOHANNES PAUL II.,

am 27. August der 250ste des deutschen Philosophen Georg Wilhelm Friedrich HEGEL,

am 28. November der 200ste des deutschen Philosophen Friedrich ENGELS

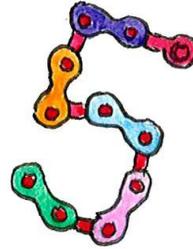
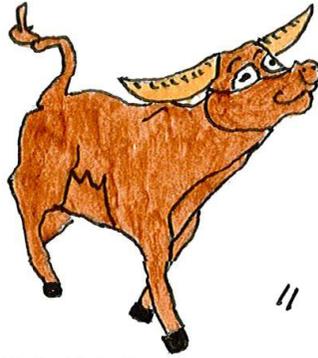
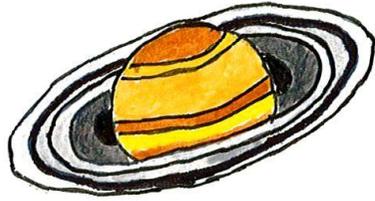
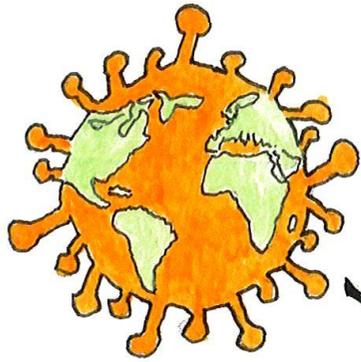
und am 17. Dezember der 250ste des deutschen Komponisten Ludwig van BEETHOVEN.

Rebus (untere Zeile v.l.n.r.):

Gans, Ziel, Mücke, Tür, Glas, Feier, Wahl.

Daraus der Wunsch für 2020:

„Ganz viel Glück für das neue Jahr!“



20.1.2021 12 Uhr



200* 13.10.

EMPATHIE • MUT • SOLIDARITÄT
BNT 162 b2
m RNA-1273

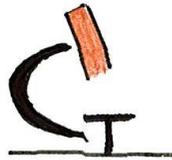
Cool bleiben

Ordentlich Hände waschen

$\sqrt{400} 5-4$

46.

NICHTS WIRD MEHR SO SEIN WIE FRÜHER



Respektvoll bleiben

Ohne Panik

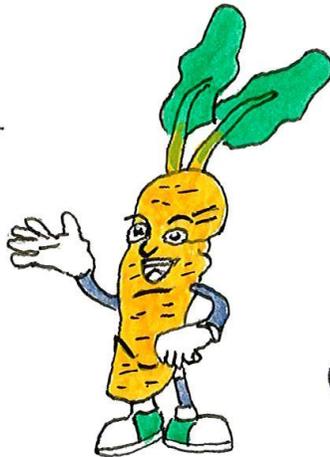
Nicht aufregen



100* 11.7.



200+ 5.5.

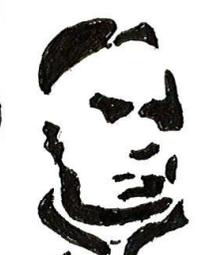


ee rr tt

27.4.	11.11.	5.10
100*	200*	100*
Einer wird gewinnen	Schuld und Söhne	Die Physiker
"Kuli"		



23.4. - 10.10.



200* 17.5

Auch das geht vorbei!

↑ WEF

18.-21.5.

"The Great Reset in the post-COVID-19 era"

Das Jahr 2021

.....

In der Astrologie ist das Jahr 2021 das Saturn-Jahr (**o.m.,l**).

Nach den chinesischen Tierkreiszeichen ist das Jahr 2021 das Jahr des Büffels (12.2.2021-31.1.2022, **o.m.**).

In der ‚Numerologie‘ (magische Bedeutung der Zahlen) ist das Jahr 2021 die Nummer 5 (**o.m.,r.**) und bedeutet persönliche Freiheit.

Im mathematischen Sinne ist das Jahr 2021 die Wurzel aus 400
($20,5^2=25$ minus $4=21$, **m.m.,o.**)

Die Heilpflanze des Jahres ist der Meerrettich (**u.l.**).

Am 20. Januar um 12 Uhr ist die Amtseinführung des 46. Präsidenten der USA Joe BIDEN (*1942, **o.r.**).

Die Bundesgartenschau (BUGA) findet vom 23. April bis zum 10. Oktober in der thüringischen Landeshauptstadt Erfurt statt (**m.r.**).

Kampf gegen die Corona-Pandemie:

Durch Impfen mit den neuen Impfstoffen BNT 162b2 und mRNA-1273 (**o.l.**)

Verhalten der Menschen (Empathie, Mut, Solidarität, Corona-Regeln beachten):

„Cool bleiben, ordentlich Hände waschen, ohne Panik, nicht aufregen.

***Auch das geht vorbei!“* (m.m.)**

(aktuell kommen in der vierten Welle Zweifel auf)

Der große Neustart in der Nach-Corona-Zeit

(Motto des World Economic Forum vom 18.-21. Mai in Davos/Schweiz, **u.m.**).

„Nichts wird mehr so sein wie früher“ (m.m.).

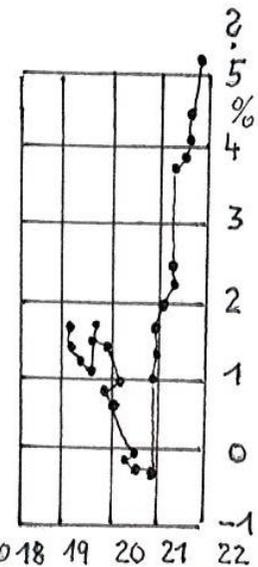
(Preise explodieren, individuelle Freiheiten bleiben eingeschränkt)

Gedenktage:

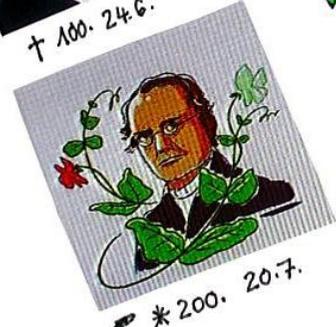
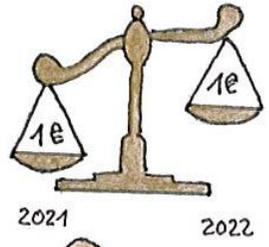
- 5. Januar** Der Geburtstag des schweizerischen Schriftstellers Friedrich Reinhold DÜRRENMATT (†1990) jährt sich zum 100. Mal (Werk ‚Die Physiker‘, 1962 uraufgeführt, Tabelle rechte Spalte, **u.m.,r.**).
- 27. April** Der Geburtstag des deutschen Schauspielers und Fernsehmoderators Hans-Joachim KULENKAMPFF (‚Kuli‘, †1998) wiederholt sich zum 100. Male (Moderator von 41 Sendungen ‚*Einer wird gewinnen*‘, Tabelle, **u.m.,l**).
- 5. Mai** 200. Todestag von NAPOLEON BONAPARTE (*1769, **u.l.**).
- 17. Juni** Der ‚Wasserdoktor‘ Sebastian Anton KNEIPP (†1897, Hydrotherapeut und Naturheilkundler) wurde vor 200 Jahren geboren (**u.r.**).
- 11. Juli** Der Geburtstag der deutschen Schauspielern, Sängerin und Kunstpfeiferin Ilse WERNER jährt sich zum 100. Mal (**m.r.**).
- 13. Oktober** Das Mikroskop als Zeichen zum 200. Geburtstag des deutschen Mediziners (Begründer der medizinischen Pathologie) Rudolf VIRCHOW (†1902, **m.l.**).
- 11. November** Der Geburtstag des berühmtesten russischen Schriftstellers Fjodor Michailowitsch DOSTOJEWSKI (†1889) liegt 200. Jahre zurück (Roman ‚Schuld und Sühne‘ erschien 1866, Tabelle, **u.m.**).



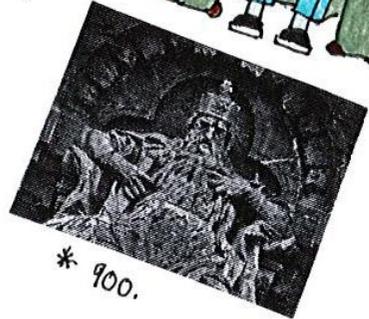
Das neue Jahr kann kommen, das letzte hat uns abgehärtet!



11111100110
 2x 1000
 2x 10
 1x 2
 MMXXII



INTERNATIONAL YEAR OF
GLASS
 2022



Das Jahr 2022

Der Spruch für das neue Jahr: „*Das neue Jahr kann kommen, das letzte hat uns abgehärtet!*“ (o.l. bis o.r.)

Die Jahreszahl 2022 als Binärcode, als Summe durch Addition dreier Terme und als römische Zahl (Kasten, o.r.)

Die **Corona-Krise** steht im Mittelpunkt (o.m.) und alle schauen darauf, wie es in der Zukunft weiter geht (15 Gesichter, entlang der Ränder von u.l. bis o.r.). Bei steigenden Infektionszahlen schaut man Ende 2021 besorgt auf die neue Variante Omikron (B.1.1.529) und was noch folgen wird.

Am **21.12.2022** steigt Deutschland endgültig **aus der Atomenergie** aus. Die letzten drei Kernkraftwerke werden abgeschaltet (Isar 2, Emsland und Neuwestheim 2, o.m.,r.).

Die **Inflation** steigt.

Schon Ende 2021 lag sie bei 5,2%. Wie geht es weiter? (o.r.)
Ein Euro war 2021 noch schwerer als 2022 (m.r.).

Am 1. Juli sollte die **Rente** auf 5,2% steigen, nun nur noch auf 4,4% (u.r.).

Die Generalversammlung der Vereinten Nationen (UNO) hat das Jahr 2022 zum Internationalen Jahr des Glases erklärt (u.m.,l.).

Der **Vogel** des Jahres 2022 ist der Wiedehopf (schon zum zweiten Mal nach 1976, u.l.).

Das **Haustier** des Jahres 2022 ist der Esel (u.m.,l.).

Der **Pilz** des Jahres 2022 ist der Fliegenpilz (Ein Glückssymbol! u.m.).

Die sieben kleinen bunten Zeichen stehen für die **Lichtblicke** in 2022.

Gedenktage:

- um 1122** **900. Geburtstag** von FRIEDRICH I., genannt Barbarossa (ital. für ‚Rotbart‘, u.r.)
als Friedrich III. von Schwaben
römisch-deutscher König
Kaiser des römisch-deutschen Reiches
- 1147-52**
1152-90
1155-90
- 1. Januar** **200. Geburtstag** von Heinrich SCHLIEMANN (deutscher Kaufmann, Archäologe und Pionier der Feldarchäologie, hat 1876 bei Ausgrabungen in Mykene die von ihm so genannte Goldmaske des AGAMEMNON gefunden, wird aber heute eher datiert und einem mykenischen Fürsten vorhergehender Dynastien zugeordnet, m.r.)
- 24. Juni** **100. Todestag** von Walter RATHENAU (deutscher Industrieller, übernahm 1893-98 den Aufbau der von der AEG gegründeten Elektrochemischen Werke in Bitterfeld und Rheinfelden, Schriftsteller und liberaler Politiker, wurde im Februar 1922 Reichsaußenminister und dann am 24. Juni ermordet, m.l.)
- 20. Juli** **200. Geburtstag** von Gregor Johann MENDEL (Entdecker der Vererbungsregeln, ‚MENDELsche Regeln, u.m.,l.)
- 2. August** **100. Todestag** von Alexander Graham BELL (gilt als jemand, der aus der Erfindung des Telefons Kapital geschlagen hat, indem er die Ideen seiner Vorgänger zur Marktreife entwickelt hat, u.l.)
- 27. Dezember** **200. Geburtstag** von Louis PASTEUR (Mitbegründer der medizinischen Mikrobiologie, leistete entscheidenden Beitrag zur Vorbeugung gegen Infektionskrankheiten durch Impfung, u.m.)

Quellen- und Literaturangaben

- 1) Jürgen Dunkel (Text: Dieter Schnurpfeil): ‚Ein ungewöhnlicher Streifzug durch das Periodensystem der Elemente‘, Hochschulverlag Merseburg, Mai 2016, Druck: Fineart-Factory/Leipzig [ISBN 978-3-942703-57-4]
- 2) ‚Merseburger Beiträge zur Geschichte der chemischen Industrie Mitteldeutschlands‘, Hrsg.: Förderverein Sachzeugen der Chemischen Industrie e.V. (SCI), Merseburg (hier auch diverse Original- und weiterführende Zitate)
 - a. Jürgen Dunkel, Dieter Schnurpfeil: ‚Ein ungewöhnlicher Streifzug durch das Periodensystem der Elemente (PSE)‘, Heft 38, 23. Jg., 1/2018, S. 170-174 [ISBN 978-3-942703-89-5]
 - b. Dieter Schnurpfeil: ‚Über das Wasser – Ein Vorwort‘, Heft 41, 25. Jg., 1/2020, S. 3-18 [ISBN 978-3-948058-25-8]
 - c. Klaus Krug: ‚Von der Alchemie über die Jatrochemie zum Phlogiston – Die Herausbildung der modernen Chemie‘, Heft 41, 25. Jg., 1/2020, S. 19-38 [ISBN 978-3-948058-25-8]
 - d. Jan Koppe: ‚Merseburger Ansichten zum Wasser ... und ihre Bedeutung für Europa‘, Heft 41, 25. Jg., 1/2020, S. 84-100 [ISBN 978-3-948058-25-8]
 - e. Dieter Schnurpfeil: ‚Zur Geschichte der Ethylenoxid-/Propylenoxid-Anlage in Schkopau‘, Heft 26, 11. Jg., 1/2006, S. 5-52
 - f. Thomas Martin: ‚Persönliche Eindrücke aus meinem Leben mit dem SCI‘, Heft 38, 23. Jg., 1/2018, S. 31-36 [ISBN 978-3-942703-89-5]
 - g. Christoph Mühlhaus: ‚Strukturwandel der Rohstoffversorgung im mitteldeutschen Chemiedreieck‘, Heft 44, 26. Jg., 2/2021, S. 5-13 [ISBN 978-3-948058-36-4]
 - h. Christoph Mühlhaus: ‚Strombasierter Wasserstoff als Chance für Mitteldeutschland‘, Heft 44, 26. Jg., 2/2021, S. 14-51 [ISBN 978-3-948058-36-4]
 - i. Sylvia Schattauer (Interview): ‚Das Fraunhofer Hydrogen Lab Leuna‘, Heft 44, 26. Jg., 2/2021, S. 55-64 [ISBN 978-3-948058-36-4]
 - j. Reinhard Nietzsche: ‚Die Entwicklung der Wasserstoffherzeugung in den Leuna-Werken von 1917 bis 1990‘, Heft 44, 26. Jg., 2/2021, S. 131-138 [ISBN 978-3-948058-36-4]
 - k. Dieter Schnurpfeil: ‚Der Wandteppich Vier Elemente von Rosematrie und Werner RATAICZYK‘, Heft 29, 14. Jg., 1/2009, S. 160-163
 - l. Heinz Rehmann: ‚Das Buna-Werk Schkopau‘, Heft 29, 14. Jg., 1/2009, S. 7-129
 - m. Jürgen Koppe: ‚Wilhelm OSTWALD – Sein Wirken und seine Bedeutung...‘, Heft 41, 25. Jg., 1/2020, S. 59-83 [ISBN 978-3-948058-25-8]
 - n. Werner Popp: ‚Die unternehmensrechtliche Entwicklung der Leuna-Werke von 1916 bis zur Gegenwart‘, Heft 40, 24. Jg., 2/2019, S. 17-35 [ISBN 978-3-948058-15-9]
- 2) *weiter:* ‚Merseburger Beiträge zur Geschichte der chemischen Industrie Mitteldeutschlands‘, Hrsg.: Förderverein Sachzeugen der Chemischen Industrie e.V. (SCI), Merseburg (hier auch Original- und weiterführende Zitate)
 - o) Werner Popp: ‚Die Privatisierung der LEUNA-WERKE AG/GMBH‘, Heft 40, 24. Jg., 2/2019, S. 36-102 [ISBN 978-3-948058-15-9]
 - p) Peter Gärtner: ‚Zur Geschichte des Kautschuks in Buna-Schkopau‘, Heft 3/96, 1. Jg., S. 5-52
 - q) Ronald Oertel: ‚Die Entwicklung der Synthekautschuk-Fabrikation in Schkopau seit Ende 1990‘, Heft 29, 14. Jg., 1/2009, S. 134-159
 - r) Dieter Schnurpfeil: ‚Die Verbesserung der Umweltsituation am Schkopauer Chemiestandort nach 1990‘, Heft 35, 20. Jg., 1/2015, S. 63-91
 - s) Dieter Schnurpfeil: ‚*Es begann mit Kautschuk...* - Stark gestraffte Zeittafel zur Historie des Chemiestandortes Schkopau‘, Heft 42, 25. Jg., 2/2020, S. 168-176
 - t) Rolf Pester: ‚Caprolactam – Eine Leuna-Geschichte‘, Heft 34, 19. Jg., 1/2014, S. 5-39
 - u) Wolfgang Pöge: ‚Zur Geschichte der Polymerdispersionen in den Chemischen Werken Buna Schkopau‘, Heft 2/2000, 5. Jg., S. 42-76
 - v) Ulf-Jürgen Walter: ‚Polymerdispersionen in der Buna Sow Leuna Olefinverbund GmbH‘, Heft 2/2000, 5. Jg., S. 77-79
 - w) Dieter Schnurpfeil: ‚Von der Kohle zur Wolpryla-Faser‘, Heft 33, 18. Jg., 1/2013, S. 73-87
 - x) Heinz Rehmann: ‚Polyvinylchlorid (PVC) aus Mitteldeutschland‘, Heft 39, 24. Jg., 1/2019, S. 8-39
 - y) Uwe Pfannmöller, Klaus-Dieter Weißenborn: ‚Zur Geschichte der PVC-S-Produktion im Buna-Werk Schkopau, 1956-1996‘, Heft 4/97, 2. Jg., S. 4-62
 - z) Rolf Hochhaus, Wolfgang Steinau: ‚Zur Geschichte der Polyvinylchlorid (PVC)-Produktion im Buna-Werk Schkopau‘, Heft 3/97, 2. Jg., S. 4-32
 - aa) Jochen Gerecke: ‚Vorwort‘, Heft 39, 24. Jg., 1/2019, S. 3-7
 - bb) Christoph Mühlhaus: ‚Die Privatisierung des Kombinates VEB Chemische Werke Buna aus Sicht eines Beteiligten‘, Heft 42, 25. Jg., 2/2020, S. 7-48
 - cc) Rudolf Aust: ‚Zur Geschichte der Polystyrolproduktion im Buna-Werk Schkopau 1958 bis 1968‘, Heft 2/2001, 6. Jg., S. 4-31
 - dd) Bernd Hamann, Rolf-Dieter Klodt: ‚60 Jahre Polystyrolherstellung im Buna-Werk Schkopau (1940-2000)‘, Heft 2/2001, 6. Jg., S. 32-104
 - ee) Heinz Rehmann: ‚Zeitzeugen vorgestellt: Prof. Dr. Dr. h.c. Johannes Nelles (1910-1968)‘, Heft 39, 24. Jg., 1/2019, S. 40-51
 - ff) Dieter Schnurpfeil, Hans Joachim Hörig, Heinz Rehmann: ‚Sachzeugen vorgestellt: Schornsteine als typische Kennzeichen von Chemiestandorten‘, Heft 30, 15. Jg., 1/2010, S. 138-140

- 2) *weiter*: ‚Merseburger Beiträge zur Geschichte der chemischen Industrie Mitteldeutschlands‘, Hrsg.: Förderverein Sachzeugen der Chemischen Industrie e.V. (SCI), Merseburg (hier auch Original- und weiterführende Zitate)
 - gg) Reinhard Nitzsche: ‚Die historische Entwicklung der Hochdruck-homo- und copolymerisation des Ethylens in Leuna, Heft 32, 17. Jg., 1/2012, S. 5-57
 - hh) Steffen Kolokowsky, Dieter Schnurpfeil: ‚Die Entwicklung der Hochdruck-polymerisationsanlage in Leuna nach 1990‘, Heft 32, 17. Jg., 1/2012, S.58-75
 - ii) Peter Richter †: ‚Ethylen – Bedeutung, Eigenschaften und Herstellung‘, Heft 36, 21. Jg., 1/2016, S. 95-111
- 3) <https://de.wikipedia.org/wiki/Stichwort>, a) alle Personennamen, b) alle Sachbegriffe (beide sind in jedem Abschnitt nur jeweils einmal angegeben, gelten aber der Übersichtlichkeit halber für alle Namen und Sachbegriffe des jeweiligen Abschnitts), c) Formeln, alle aufgerufen im Zeitraum Mai-November 2021
- 4) ‚Das große Buch der Lebensweisheiten‘, ADAC-Verlag, München 2009, a) S. 321 [ISBN 978-3-89905-783-6]
- 5) ‚Sprüche und Spruchweisheiten‘ (eigene Sammlung Dieter Schnurpfeil)
- 6) Jan-Ole Prasse: ‚Mit bloßen Händen gegraben‘, Mitteldeutsche Zeitung (MZ), Mansfeld-Südharz, v. 8.9.2011 / ‚Ältester Kastenbrunnen der Welt erstmals der Öffentlichkeit vorgestellt‘, Halle-Forum v. 8.9.2011
- 7) Arbeitsgemeinschaft ‚Chronik und Schriftgut‘ des Heimatvereins Langeneichstädt e.V. (Federführung: Dr. Dieter Schnurpfeil), Schriftenreihe ‚Aus der Geschichte Langeneichstädt‘: a) ‚Der Eschter und sein kühles Nass‘, Heft 3, Nov. 2011, S. 63, b) ‚Früher Schwarze Eiche – heute Stöbnitz‘, Mai 2011, S.8
- 8) Madelaine Böhme: ‚Wie wir Menschen wurden‘, Heyne Verlag, München, 2019
- 9) Karl Lanius: ‚Weltbilder – Eine Menschheitsgeschichte‘, Faber & Faber, Leipzig 2005
- 10) Autorenkollektiv: Lehrbuch der Technischen Chemie, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 3. Aufl., Leipzig, 1974, a) S. 55, b) S. 238
- 11) Deutsche Apothekenzeitung, Nr.13, 2010, S.90
- 12) Winfried Henke, Hartmut Rothe: ‚Stammesgeschichte des Menschen‘, Springer Verlag, Berlin 1999, S. 55
- 13) ‚Bauern setzen auf Weizen‘, Mitteldeutsche Zeitung (MZ) v. 20.5.2021, S.17
- 14) Dieter Schnurpfeil: ‚Über die katalysierte Flüssigphasenoxidation von Olefin-kohlenwasserstoffen II., Einfluß der Art des Katalysators, der Reaktionsbedingungen und weiterer oxidierbarer organischer Verbindungen auf die Epoxidausbeute‘, Wiss. Z. TH Leuna-Merseburg **27** (1984) 282
- 15) Carl Friedrich von Weizsäcker: ‚Zeit und Wissen‘, Hanser-Verlag, München 1992 [ISBN 3-446-16367-0]
- 16) ‚du und dein werk‘, Eigenpublikation der Buna-Werke Schkopau, 4/1963
- 17) Peter Hellmold, Dieter Schnurpfeil: ‚Acetylenchemie‘, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1. Aufl., Leipzig 1986, S. 35 ff. [ISBN 3-342-00078-3]
- 18) Gert Morgenstern: ‚Die Chemie der Schkopauer Lösungsmittel‘, VEB Chemische Werke Buna, Schkopau, ‚1945-1965‘, S. 90-98
- 19) Dieter Schnurpfeil: ‚Inhibierung wässriger Kühl- und Wärmeübertragungsmittel‘, in: Georg Reinhard u.a.: ‚Aktiver Korrosionsschutz in wässrigen Medien‘, Kontakt & Studium Oberflächentechnik, Bd. 487, Expert Verlag, Renningen-Malmsheim, 1996, S.76
- 20) Bernhard H. Brümmer: ‚Das Kanzlerversprechen – Die Privatisierung von Buna, SOW und Leuna-Olefin 1993-1995‘, mdv Mitteldeutscher Verlag, Halle/Saale, 2002
- 21) Rainer Karlsch, Raymond Stokes: ‚Die Chemie muss stimmen - 1990-2000 Bilanz des Wandels‘, Hrsg.: Buna Sow Leuna Olefinverbund GmbH, Edition Leipzig 2000
- 22) Autorenkollektiv: ‚Neubau und Ertüchtigung – Projekte aus dem Restrukturierungsprogramm der Buna Sow Leuna Olefinverbund GmbH‘, Hrsg.: BSL Olefinverbund GmbH, Gehrig Verlagsgesellschaft mbH, Merseburg 2000
- 23) Kristian S. Weidenfeld (Hrsg.): ‚Lexikon der schönsten Sprichwörter und Zitate‘, Bassermann Verlag, München 2002, a) S.300 [ISBN 3-8094-1018-7],
- 24) ‚Geflügelte Worte‘, VEB Bibliografisches Institut, Leipzig 1981
- 25) Georg Wilhelm: ‚Super Horoskop‘, Buch und Zeit Verlagsgesellschaft mbH, Kassel/Ulm, 1993 (nur einmal angegeben, gilt für alle Sternzeichen des Astrologibildes) [ISBN 3-8166-9751-8]
- 26) Dieter Schnurpfeil: ‚Gekonnt und zielorientiert moderieren – Aus der Praxis für die Praxis‘, in: ‚Merseburger Schriften zur Unternehmensführung‘, Hrsg.: Ulrich Schindler, Wolfgang Söhnchen, Barbara Streit, Shaker Verlag, Aachen, 2005 [ISBN 3-8322-3545-0]

Legende (Erläuterungen zum Lesen und Verstehen)

o.l. oben links	o.m. oben mittig	o.r. oben rechts
m.l. Mitte links	m.m. Mitte mittig	m.r. Mitte rechts
u.l. unten links	u.m. unten mittig	u.r. unten rechts

Legende der Positionsangaben im Text

die **fett** gedruckten Positionsangaben im Text weisen auf die jeweils beschriebene Zeichnung oder das entsprechende Piktogramm im dazugehörigen Bild hin, zur besseren Orientierung sind manchmal weitergehende Angaben gemacht worden: z.B. steht (**o.m.,l.**) für ‚oben mittig, links‘ oder (**m.r.,u.l.**) für ‚Mitte rechts, unten links‘

im Text: notwendige und unmittelbare Erläuterungen sind in Klammern schwarz gedruckt, die grau gedruckten Erläuterungen sind meist zusätzliche Angaben, die ohne Verständnisverlust auch getrost übersprungen werden können).

alle zur Erläuterung in Klammern gesetzten Symbole chemischer Elemente und Formeln chemischer Verbindungen sind blau gekennzeichnet, z.B. (H_2 , H_2SO_4)

Mehrfach gebrauchte

Abkürzungen (Kürzel):

brit.	britisch
ca.	zirka, etwa
cal/kcal	Kalorie/Kilocalorie (1 cal=4,1868 Joule)
Ch.	Chemiker
d	day/Tag
DChM	Deutsches Chemie-Museum
d.h.	das heißt
dtsch.	deutsch
engl.	englisch
EU	Europäische Union
eV	Elektronenvolt
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
frz.	französisch
Gew.-%	Gewichtsprozent
°dH	Grad deutscher Härte
W/KW/GW	Watt/Kilo-(10³)/Gigawatt (10⁹W)
ha	Hektar
Hz	Hertz
Ing.	Ingenieur
ital.	italienisch

Fortsetzung Abkürzungen (Kürzel):

Jg./Jh.	Jahrgang/ Jahrhundert
K	Grad Kelvin (273,15°Celsius)
kg	Kilogramm
kpm	Kilopondmeter
KW	Kohlenwasserstoffe
lat.	lateinisch
li.Sp.	linke Spalte
Ma.	Mathematiker
max.	maximal
m, km/h	Meter, Kilometer pro Stunde (h)
m ² , m ³	Quadratmeter, Kubikmeter
Mio.	Millionen
µm/nm	Mikro-(10⁻⁶)/Nanometer(10⁻⁹m)
mittl.Sp.	mittlere Spalte
MPa	Mega Pascal (Si-Einheit Druck)
Mrd.	Milliarden
η	Brechungsindex
ndl.	niederländisch
NP-Ch	Nobelpreisträger Chemie
NP-Ph	Nobelpreisträger Physik
OZ	Ordnungszahl (im PSE)
Ph.	Physiker

Fortsetzung Abkürzungen (Kürzel):

PS	Pferdestärke
PSE	Periodensystem der Elemente
öster.	österreichisch
re.Sp.	rechte Spalte
russ.	russisch
s.a.	siehe auch
s.o.	siehe oben
s.u.	siehe unten
SI-Einheit	<i>„Système international d’unités“</i> Internationales Einheitensystem
SKE	Steinkohleneinheit
swed.	schwedisch
t, kt/a	Tonnen, Kilotonnen pro Jahr (a)
u.v.a.m.	und vieles andere mehr
vgl.	vergleiche
v.l.n.r.	von links nach rechts
v.o.n.u.	von oben nach unten
v.Chr.	vor Christus (vor dem Jahr Null)
Vol.-%	Volumenprozent
z.B.	zum Beispiel

Inhaltsverzeichnis

1_Titelblatt		
2_Vorderseite Buchumschlag „ <i>Ein ungewöhnlicher Streifzug durch das Periodensystem der Elemente</i> “, Bild ‚Chemie‘		
3_Ungewöhnliche Streifzüge		
4_Bild Musik		
5_ ‚Musik‘		
8_Bild Wasser		
9_ ‚Wasser‘		
16_Bild Luft		
17_ ‚Luft‘		
20_Bild Biologie		
21_ ‚Biologie‘		
24_Bild Medizin		
25_ ‚Medizin‘		
28_Bild Landwirtschaft		
29_ ‚Landwirtschaft‘		
32_Bild Meteorologie		
33_ ‚Meteorologie‘		
35_„ <i>Zwischenruf</i> “ von Jürgen DUNKEL		
36_Bild Feuer		
37_ ‚Feuer‘		
40_Bild Energie		
41_ ‚Energie‘		
46_Bild Bergbau		
47_ ‚Bergbau‘		
54_Bild Geologie		
55_ ‚Geologie‘		
56_Bild Geographie		
57_ ‚Geografie‘		
60_Bild Mathematik		
61_ ‚Mathematik‘		
66_Bild Physik		
67_ ‚Physik‘		
74_Bild Chemie		
75_ ‚Chemie‘		
83_„ <i>Zwischenruf</i> “ von Dieter SCHNURPFEIL		
84_Bild BUNA		
85_ ‚Das Buna-Werk Schopau‘		
94_Bild Philatelie		
95_ ‚Philatelie‘		
97_„ <i>Über das Leben</i> “ (Spruchweisheiten)		
98_Bild Polymerisation		
99_ ‚Polymerisation‘		
101_ Die Autoren		
102_Bild Isomerie		
103_ ‚Isomerie‘		
104_Bild Astronomie		
105_ ‚Astronomie‘		
108_Bild Astrologie		
109_ ‚Astrologie‘		
112_Bild Kunstgeschichte		
113_ ‚Kunstgeschichte‘		
116_Bild Heraldik		
117_ ‚Heraldik‘		
118_Bild Weltreligionen		
119_ ‚Weltreligionen‘		
122_Bild Glas		
123_ ‚Glas‘		
126_„ <i>Über Lernen, Wissen und Wissenschaften</i> “		
127_„ <i>Über Denken, Sprache und Kommunikation</i> “		
128_„ <i>Über Anfang und Ende</i> “		
129_ Kartengrüße zum Neuen Jahr (Untertitel)		
130_Bild 2006		
131_Das Jahr 2006		
132_Bild 2007		
133_Das Jahr 2007		
134_Bild 2008		
135_Das Jahr 2008		
136_Bild 2009		
137_Das Jahr 2009		
138_Bild 2010		
139_Das Jahr 2010		
140_Bild 2011		
141_Das Jahr 2011		
142_Bild 2012		
143_Das Jahr 2012		
144_Bild 2013		
145_Das Jahr 2013		
146_Bild 2014		
147_Das Jahr 2014		
148_Bild 2015		
149_Das Jahr 2015		
150_Bild 2016		
151_Das Jahr 2016		
152_Bild 2017		
153_Das Jahr 2017		
154_Bild 2018		
155_Das Jahr 2018		
156_Bild 2019		
157_Das Jahr 2019		
158_Bild 2020		
159_Das Jahr 2020		
160_Bild 2021		
161_Das Jahr 2021		
162_Bild 2022		
163_Das Jahr 2022		
164_Quellen- und Literaturverzeichnis		
166_Legende		
167_Inhaltsverzeichnis		
168_Impressum		

Wir danken für die Durchsicht des Manuskriptes bzw. von Teilen davon

Diplom-Jurist Werner POPP, Prof. Dr. habil. Hans Joachim HÖRIG, Dr. habil. Rudolf Kind, Anne und Birgit Schnurpfeil



Jürgen DUNKELs Bildergalerie zu diesem Buch im Fitnessraum seines Hauses

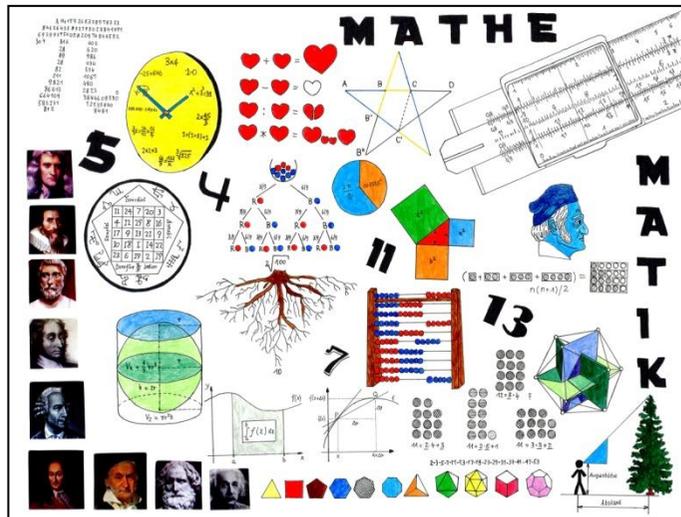
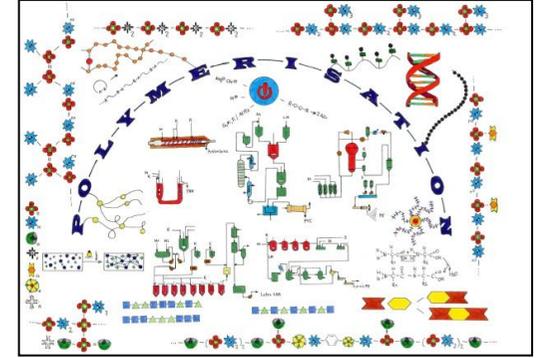
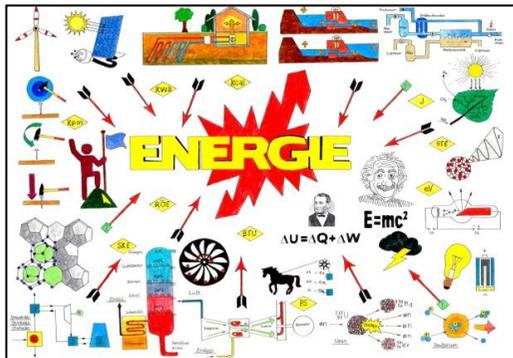
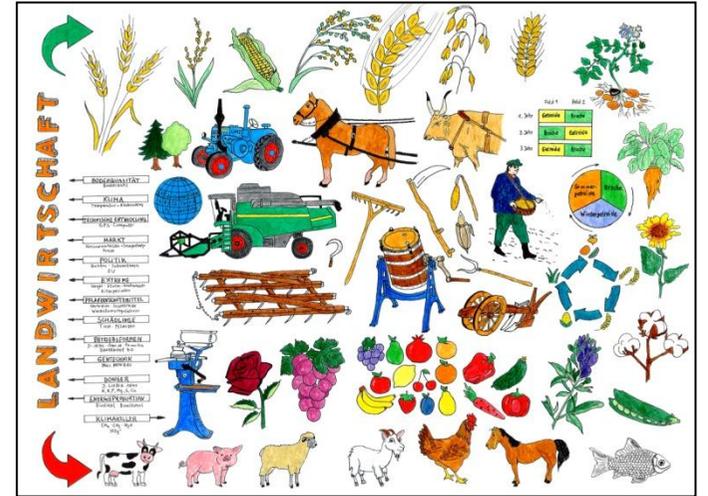
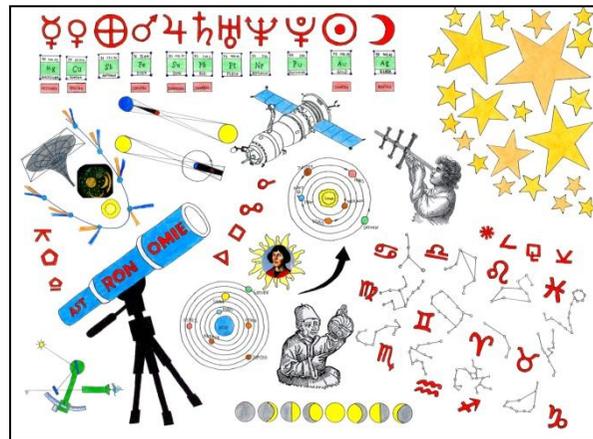
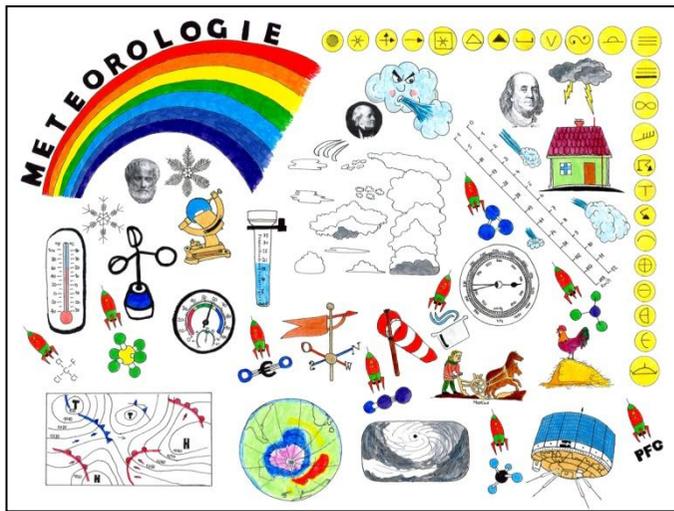
Impressum

© Dr. Jürgen Dunkel und Dr. Dieter Schnurpfeil

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Kein Teil dieses Werkes darf ohne Genehmigung der Autoren nachgedruckt, vervielfältigt, in Datenverarbeitungsanlagen und elektronischen Systemen gespeichert, verarbeitet, veröffentlicht und weitergegeben werden.

Druck: WIRmachenDRUCK GmbH, 71522 Backnang, Mühlbachstraße 7

Hochschulverlag Merseburg
ISBN 978-3-948058-12-8



ISBN 978-3-948058-12-8

