

PERIODENSYSTEM

Elektronengrundkonfiguration

IA Wasserstoff 2,2 1 1 H H • (Hydrogen)		IIA Lithium 1,0 7 3 Li Li •		Beryllium 1,6 9 4 Be Be ••		III B Natrium 0,9 23 11 Na Na • (Sodium)		IV B Magnesium 1,3 24 12 Mg Mg •• (Magnesium)		V B Kalium 0,8 39 19 K K • (Potassium)		VI B Calcium 1,0 40 20 Ca Ca ••		VII B Scandium 1,4 45 21 Sc Sc ••		VIII B Titan 1,5 48 22 Ti Ti •• (Titanium)		IX B Vanadium 1,6 51 23 V V •••		X B Chrom 1,7 52 24 Cr Cr •••• (Chromium Chrome)		II B Mangan 1,6 55 25 Mn Mn •••• (Manganese)		III A Eisen 1,8 56 26 Fe Fe •••• (Ferrum Iron)		IV A Cobalt 1,6 58 27 Co Co ••••		V A Nickel 1,9 59 28 Ni Ni •••••		VI A Kupfer 2,0 63 29 Cu Cu ••••• (Cuprum Copper)		VII A Zink 1,7 65 30 Zn Zn ••••• (Zinc)		VIII A Gallium 1,8 70 31 Ga Ga •••••		IX A Germanium 2,0 73 32 Ge Ge ••••••		X A Arsen 2,2 75 33 As As •••••• (Arsenic)		XI A Selen 2,6 79 34 Se Se ••••••• (Selenium)		XII A Brom 3,0 80 35 Br Br ••••••• (Bromine)		XIII A Krypton 84 36 Kr Kr ••••••••	
IB Rubidium 0,8 85 37 Rb Rb •		II B Strontium 0,9 88 38 Sr Sr ••		III B Chrom 1,7 52 24 Cr Cr •••• (Chromium Chrome)		IV B Palladium 2,2 106 46 Pd Pd ••••••		V B Silber 1,9 108 47 Ag Ag •••••• (Argentum Silver)		VI B Cadmium 1,7 111 29 Cd Cd ••••••		VII B Zinn 2,0 119 50 Sn Sn ••••••• (Stannum Tin)		VIII B Antimon 2,0 122 51 Sb Sb •••••••• (Antimony Stibium)		IX B Tellur 2,1 128 52 Te Te •••••••• (Tellurium)		X A Iod 2,7 127 53 I I ••••••••• (Iodine)		XI A Xenon 2,6 131 54 Xe Xe ••••••••••																									
IIA Caesium 0,8 133 55 Cs Cs •		III A Barium 2,2 137 56 Ba Ba ••		IV A Iridium 2,2 192 77 Ir Ir •••••••		V A Platin 2,3 195 78 Pt Pt •••••••• (Platinum)		VI A Gold 2,5 197 79 Au Au •••••••• (Aurum)		VII A Quecksilber 2,0 200 80 Hg Hg •••••••• (Hydragyrum Mercury)		VIII A Blei 2,3 207 82 Pb Pb ••••••••• (Plumbum Lead)		IX A Radon 222 86 Rn Rn •••••••••••																															

Elektronenanziehungskraft (Elektronegativität)
 / = freies Elektronenpaar, das sich nicht aufspalten kann.
ELEKTRONEN-GRUNDKONFIGURATION (Lewis-Formel)

Elementname (deutsch)
Sauerstoff
 3,4 16 8 O
O
 (Oxygen)

Massenzahl (Atommasse in g / mol)
Elementsymbol
Ordnungszahl = Protonenzahl = Elektronenzahl

freies Elektronenpaar, das sich aufspalten kann und ggf. Doppelbindungen bildet (wie bei P, S, Cl).
einzelnes Elektron (e⁻) für eine Bindung

Elementname in Latein bzw. Englisch

Elektronen-nehmende NICHTMETALLE / Oxidationsmittel (reaktiv)
 In Reaktionen mit Metallen und Nichtmetallen reißen sie Elektronen (e⁻) an sich. Dabei wird Energie frei.
 Desinfektionsmittel
HALOGENE (F, Cl, Br, J), SAUERSTOFF (O)

Ecke oben rechts (Rot):
 Elemente können auch Elektronen aufnehmen.
Ecke unten links (Blau oder Grün):
 Elemente können auch Elektronen abgeben.

E D E L G A S E (unreaktiv)



Edle Elemente (grau unterlegt) im stabilen bzw. „unreaktiven“ Zustand kommen auf der Erdkruste elementar vor.

Edelgase treten elementar in der Luft auf (Argon zu 1%, He, Ne, Kr und Xe dagegen nur in Spuren). Edelgase haben ein Elektronen-Oktett. Deswegen können He, Ne und Ar gar nicht und Kr, Xe und Rn kaum chemisch reagieren.

Stickstoff findet sich in seiner stabilen Form als N_2 in der Atmosphäre (Anteil von 78%). Es ist sehr reaktionsträge. Stickstoff (N_2) kann unter extremen Umständen reagieren und dabei Elektronen aufnehmen und auch abgeben (dies wird durch die rote bzw. grüne Ecke symbolisiert).

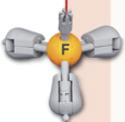
Die **Edelmetalle Gold (Au), Platin (Pt) und Iridium (Ir)** kommen elementar in der Erdkruste vor (z.B. Gold als Gold-Nuggets), da sie ein „Quasi-Oktett“ haben. Sie können nur mit stärksten Oxidationsmitteln dazu gebracht werden, Elektronen abzugeben (symbolisiert durch die blaue Ecke unten).

Die **Halb-Edelmetalle** (halb grau, halb blau unterlegt) **Silber (Ag), Palladium (Pd) und Quecksilber (Hg)** reagieren kaum und kommen gediegen als Metall und auch ionisch als Erz in der Erdkruste vor.



Elektronen-nehmende Nichtmetalle (Oxidationsmittel): Sauerstoff (O), Fluor (F), Chlor (Cl) und Brom (Br) sind aggressive Elemente, die anderen Substanzen Elektronen wegnehmen bzw. in Verbindungen die Elektronen anderer Substanzen an sich ziehen. Die Halogene Fluor, Chlor und Brom kommen in der Erdkruste nicht in der aggressiven, giftigen, elementaren Form als F_2 , Cl_2 oder Br_2 vor, sondern in Salzen (wie z.B. NaCl) ionisch als Fluorid (F^-), Chlorid (Cl^-) und Bromid (Br^-) in ihrer stabilen, ionischen Form mit zum Oktett gefüllter Außenschale. Millionen t F_2 , Cl_2 , Br_2 werden jährlich in der Chemischen Industrie als wichtige Ausgangsstoffe benötigt und hergestellt.

Genauso kommt Sauerstoff in der Erdkruste zu 99,999 % in seiner stabilen, unreaktiven Form als Oxid O^{2-} mit zum Oktett gefüllter Außenschale vor. Nur ein minimaler Teil des Sauerstoffs liegt in seiner aggressiven elementaren Form als O_2 vor. Dass dieser hoch reaktive Sauerstoff in der Luft existiert, stellt chemisch gesehen eine absolute Besonderheit dar: das O_2 würde nach kurzer Zeit bei Korrosion, Verbrennung und Stoffwechsel von Lebewesen in seine stabile Oxid-Form zurückreagieren. Sauerstoff existiert in der Erdatmosphäre nur, weil er seit über 3 Milliarden Jahren permanent durch die Photosynthese der Pflanzen nachproduziert wird.



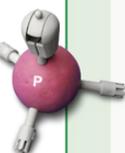
Elektronen-gebende Nichtmetalle (Reduktionsmittel): Wasserstoff (H), Kohlenstoff (C), Phosphor (P), Schwefel (S), Selen (Se) und Iod (I) kommen ursprünglich in der Erdkruste nicht elementar vor, da sie im elementaren Zustand reaktiv sind. Die Elektronen-gebenden Nichtmetalle liegen auf der Erdkruste in ihren stabilsten Verbindungen in der höchst möglichen Oxidationsstufe (römische Ziffern) vor. Diese maximale „Sauerstoffabsättigung“ ist an der Namensendung „-at“ zu erkennen: Kohlenstoff (+IV) - Carbonat (CO_3^{2-}), Phosphor (+V) - Phosphat (PO_4^{3-}), Schwefel (+VI) - Sulfat (SO_4^{2-}), Selen (+VI) - Selenat (SeO_4^{2-}), Iod (Ausnahme nur (+V)) - Iodat (JO_3^-) und Wasserstoff (+I) - Wasser (H_2O).

Merke: zwischen Elektronen-gebenden Nichtmetallen und Elektronen-nehmenden Nichtmetallen liegt immer eine polare Atombindung. Die Sauerstoffatome ziehen dabei alle Valenzelektronen der zentralen Nichtmetallatome zu sich hin.

Mehr als 99,999% des Kohlenstoffs und des Wasserstoffs liegen in der Erdkruste als Carbonat bzw. als Wasser vor. Nur ein Bruchteil davon, d.h. weniger als 0,001%, sind über Jahrmilliarden durch Pflanzen bzw. Photosynthese in energiereiche brennbare Kohlenwasserstoffe Erdöl, Erdgas oder Kohle gebracht und abgelagert worden. Die Menschheit wird diese Erdöl-, Erdgas- und Kohle-Lager vermutlich schon in den nächsten 120 Jahren vollständig geplündert und zurück zu CO_2 (bzw. Carbonat) und H_2O verbrannt haben.

Als genauso ungewöhnliche Ausnahme wird brennbarer elementarer Schwefel (S_8 , gelbe Farbe) in geringen Mengen durch geochemische Prozesse an Vulkanen erzeugt.

Iod und Phosphor kommen elementar nicht in der Erdkruste vor und müssen in technischen Prozessen aus ihren stabilen Formen Iodat und Phosphat gewonnen werden. Phosphor ist sehr leicht entzündlich, brennt extrem und wurde z.B. in Brandbomben verwendet. Iod wird in der Wunddesinfektion eingesetzt.



Die **nicht edlen Metalle** liegen in der Erdkruste in Mineralien oder in Gewässern gelöst immer in ihrer nichtmetallischen, ionischen Form vor: in Salzen (z.B. NaCl), in Gesteinen und Gebirgen als Silikat, Oxid oder als Erze. Die Metallatome haben im ionischen Zustand alle abgebbaren Elektronen der äußeren Schale abgegeben. In dem Toytomics-Periodensystem sind diese Elektronen blau markiert, z.B. sind beim Zink zwei blaue Elektronen eingezeichnet. Das bedeutet, dass Zink zwei Elektronen abgeben kann und dann entsprechend als Ion „zwei plus“ geladen ist. Merke: in Verbindungen zwischen Metallen und Elektronen-aufnehmenden Nichtmetallen liegt immer eine Ionenverbindung vor, in der die positiven Metallionen und die negativen Nichtmetallionen als einzelne, geladene Teilchen vorliegen und durch elektrostatische Anziehung der Plus- und Minus-Ionen zusammengehalten werden, und zwar in Form eines dreidimensionalen Ionen-Gitters. Um die Metalle in ihrer metallischen technisch nutzbaren Form aus der ionischen Form zu gewinnen, müssen die Metalle in aufwendigen, chemischen oder elektrochemischen Prozessen hergestellt werden. Dabei werden den Ionen die Elektronen zurückgeführt. Im elementar-metallischen Zustand liegt die Metallbindung vor, in der die positiven „Atomrümpfe“ von einem negativen Elektronengas „umspült“ werden. So leiten Metalle Strom und glänzen metallisch.

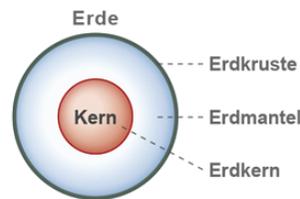
Elementare metallische Metalle haben die Tendenz, mit Elektronen-nehmenden Nichtmetallen wieder in den ionischen Zustand zu reagieren, indem sie diesen die äußeren Elektronen abgeben und zu Ionen werden. Dies passiert bei den Hauptgruppen-Metallen sehr langsam, z.B. beim Rosten von Eisen oder bei der Bildung von grüner Patina beim Kupfer. Erdalkalimetalle (Be, Mg, Ca etc.) dagegen sind viel reaktiver und reagieren heftig mit den Elektronen-nehmenden Nichtmetallen (O, F, Cl und Br). Die Alkalimetalle (Li, Na, K etc.) reagieren mit den Elektronen-gebenden Nichtmetallen noch heftiger. So kann sich Kalium an der Luft sogar selbst entzünden.

Oberflächenpassivierung: um die elementaren Metalle vor der Reaktion mit dem Sauerstoff der Luft zu schützen, trägt man häufig auf die Oberfläche eine Schutzschicht, wie z.B. Lack, Chrom, Zink oder andere Schichten, auf. Metalle wie Aluminium oder Magnesium bilden von selbst eine Oxidschicht mit dem Luftsauerstoff, die vor weiterem korrosivem Abreagieren schützt. Legierungen: durch das Zusammenschmelzen verschiedener Metalle im metallischen Zustand erhält man Legierungen, die je nach Zusammensetzung ganz neue Materialeigenschaften haben können in Bezug auf Festigkeit, Biegsamkeit, Härte und Korrosionsbeständigkeit.



Die **Halbmetalle** kommen in der Erdkruste immer in ihrer unreaktiven bzw. stabilen, oxidierten Form vor, in der alle äußeren (in dem Toytomics-Periodensystem dargestellten) Elektronen an den Sauerstoff gebunden sind. Auch hier ist wieder die höchste Oxidationsstufe an der Namensendung „-at“ zu erkennen: Borat BO_3^{3-} (+III), Silicat SiO_4^{4-} (+IV), Germanat GeO_4^{4-} (+IV), Arsenat AsO_4^{3-} (+V), Stibat SbO_4^{3-} (+V) oder Tellurat TeO_4^{2-} (+VI). Diese Halbmetalle kommen in Gesteinen und Erzen vor.

Um die Halbmetalle in ihrer elementaren Form zu erhalten, muss man den Sauerstoff chemisch entfernen. Dies ist nur mit aufwendigen technischen Prozessen möglich. In der elementaren Form haben die Halbmetalle sowohl metallische als auch nichtmetallische Eigenschaften. Silizium hat Halbleiter-Eigenschaften und wird daher in Computer-Platinen, Solarzellen und elektronischen Bauelementen verwendet.



Die **Erdkruste** ist - im Vergleich zum Durchmesser der Erdkugel - eine sehr dünne, nur ca. 35 km dicke Schicht, welche die Erde umhüllt und die aufgrund ihrer besonderen chemischen Eigenschaften eine entscheidende Rolle für die Entstehung des biologischen Lebens hat.

Der darunter liegende (3.000 km dicke) **Erdmantel** und der (ca. 6.000 km dicke) **Erdkern** bestehen aus lebensfremden alkalischen Silikaten bzw. reinem Metall (Fe und Ni).