

GOLD

AURUM Au



1. Größerer Ring (1983)

Während Laborarbeiten mit Quecksilber (Hg) getragen. Täglich wurde der Ring oberflächlich amalgamiert und durch den „Abrieb“ immer dünner. Nach ½ Jahr erfolgte dann plötzlicher Bruch des Ringes ... Kleinerer Ring (1983): Nie getragen!

2. Goldschmuck

Orientalischer Schmuck ist meist aus hochkarätigem Gold (Armband und Kugel, 24 kt = „Feingold“; Persien) Europäischer Schmuck etwas dunkler (18-20 kt)

3. Mit „Echt-Gold“ vergoldete Gläser und Gegenstände

4. Gold (Au) auf Quarz Laznica/Serbien

5. „Modeschmuck“

Fast immer Messing (Cu/Zn) mit unterschiedlichem Gehalt an Zink und Nickel (Ni). Dadurch ergeben sich die farblichen Unterschiede ...

6. Amalgamverfahren

Goldgewinnung unter ausnützen der Legierungsbildung zu Amalgam zwischen Gold und Quecksilber. Im Dschungel von Nord-Venezuela: Goldhaltige Sande und Schlämme werden (im Flußschlamm sitzend) in einer Goldwaschschüssel stundenlang intensiv mit Quecksilber vermischt. Das Gold löst sich dabei im Quecksilber. Durch kreisende Bewegung der Schüssel wird der Schlamm immer wieder über den Schüsselrand geschlämmt und erneuert.

Goldamalgam hat eine silberne Farbe; je nachdem, wie viel Quecksilber im Überschuss vorliegt, ist es flüssig bis pastös teigig. Das teigige Amalgam schwimmt am überschüssigen Quecksilber am Schüsselboden. und die Amalgambrocken werden nach einigen Stunden vom Quecksilber abgeschöpft. Auf einer Schaufel überm Lagerfeuer werden die nussgroßen Amalgambrocken so lange erhitzt, bis es „nicht mehr nach Quecksilber riecht...“! Zurück bleibt kompaktes Rohgold.

Das Quecksilber dampft dabei in die Umgebungsluft ab und kondensiert alsbald in der Umwelt, was zur Quecksilberverseuchung dieser Landstriche, der Flüsse und der dort lebenden Menschen führt. Es wurde geschätzt, dass 20 bis 30 Prozent des weltweit geförderten Goldes durch nicht industrielles Schürfen, also von Goldsuchern gewonnen wird.

7. Gold(III)-chlorid $AuCl_3$

Ehering (ca. 3g Au) in Königswasser (HCl/HNO₃) aufgelöst

8. Goldwaschen

Einfachstes Verfahren zur Goldgewinnung. Goldhaltiger Sand mit Wasser aufgeschlämmt. Da Gold schwerer ist als der umgebende Sand, setzt sich das Gold schneller am Boden ab und kann so abgetrennt werden.

MINERALIEN



1. Silizium

(Treibacher Chemische Werke) Si künstlich hergestellt zum Zulegieren

2. Galenit PbS Joplin/Missouri, USA

3. Meteorit „Fuchs“

Russland/Sibirien (vermutlich um 1930 niedergegangen) Die meisten Meteorite sind Bruchstücke von Asteroiden und stammen aus dem Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter. Durch Kollisionen wurden sie von ihrem Mutterkörper losgeschlagen.

„Eisenmeteorite“ machen etwa 5% aller Meteorite aus (Rest: „Steinmeteorite“).

Sie stammen wahrscheinlich aus dem Kern solcher Asteroide, bei deren Entstehung sich die schweren Elemente Eisen und Nickel im Innern absetzten. Darüber hinaus enthalten sie Spurenanteile von Edel- und Schwermetallen, wie Germanium, Gallium, Iridium, Arsen, Wolfram und Gold. Die RFA („Röntgen Fluoreszenz Analyse“) des vorliegenden Exemplars ergab: Eisen 93,9% , Nickel 4,71% , Kobalt 0,68% , Titan, Mangan, Chrom 0,1-0,3%

4. Achat-Scheibe SiO_2 Arizona/USA

5. Pyrit FeS_2 Navajun/Spanien

6. Mesolith $Na_2Ca_2[Al_6Si_9O_{30}] \cdot 8H_2O$

7. Malachit $Cu_2[(OH)_2CO_3]$ Kongo/Afrika

8. Azurit $Cu_3[(OH)_2(CO_3)_2]$ Katanga/Zaire, Afrika

9. Amazonit mit Rauchquarz $K[AlSi_3O_8] + SiO_2$ Konso, Provinz Sidamo/Äthiopien

10. Aragonit $CaCO_3$ Erzberg/Stmk., Österreich

11. „Sandrose“ Sandkörner in Gips oder Baryt eingelagert El Queed/Algerien

KOBALT

COBALTUM Co



1. Exsikkator

Laborgerät aus dickwandigem Glas zum Trocknen von Präparaten. Im unteren Teil befindet sich das Trockenmittel (hier z.B. blaues Silikagel), im oberen Teil ist die zu trocknende Substanz. Der Trocknungsvorgang dauert zumeist viele Stunden bis Tage.

2. „Silikagel“ (Silikat-Gel)

Diese Kieselsäuregel-Kügelchen sind in der Lage, durch ihre feinen Poren und Kanäle Wasser aufzunehmen und festzuhalten (Verwendung als Trockenmittel). Sie geben das aufgenommene Wasser bei ca. 110°C wieder ab – das Trockenmittel ist „regenerierbar“. Als Indikator dient eingeschlossenes Kobalt(II)-chlorid CoCl2. Mit viel Wasser ist es rosa gefärbt (Trockenmittel muss regeneriert werden), mit wenig Wasser ist es blau (Trockenmittel ist aufnahmefähig für Wasser).

3. Reinstes „Kobalt-Glas“

Die „Flammenfärbung“ ist eine klassische Methode der Analytik. Natrium färbt die Flamme gelb, Kalium blau. Da die Gelbfärbung des Natriums viel intensiver ist als die Blaufärbung des Kaliums, ist es unmöglich Kalium neben Natrium so nachzuweisen. Betrachtet man die Flamme durch das „Kobaltglas“, wird das Gelb des Natriums absorbiert und man sieht nur mehr das Blau des Kaliums. Der Nachweis ist also doch möglich ...

4. Porzellanschale für „Chemische Laborsynthesen“ mit Kobalt-Lasur

5. Glaskrug Grüner Teil: Cu, (Zn, Co) Blauer Teil: Co, (Zn, Fe)

Das »schönste« Blau in Gläsern und in Keramik wird durch Kobalt erzeugt. Reines Kobalt (Co) in Glas gibt tief-dunkles »Kobaltblau«. Durch geringe Beimengungen von Eisen Fe(II) und/oder Kupfer (Cu) werden Nuancen ins Grünliche erzeugt.

6. Kreuz Blaues Glas: Co, Fe, (Cu, Zn, Pb, Zr)

7. „Smalte“ SiO2 · K2O · CoO

Als Vorläufer des Kobaltblau das älteste bekannte Kobaltpigment. Erste Anwendungen bereits im alten Ägypten. Die mittelalterliche venezianische Blauglaserstellung beruht ebenfalls auf der Verwendung von Smalte. Im 15. Jahrhundert gewann Smalte in der europäischen Tafelmalerie an Bedeutung. In der Malerei des Barock war es für Himmelsdarstellungen bedeutsam. Die bedeutendste Produktionsstätte für Smalte befand sich ab dem 16. Jahrhundert in Schneeberg in Sachsen, so dass die sächsischen Kurfürsten für längere Zeit einen Großteil der mitteleuropäischen Smalteproduktion kontrollierten. Bei der Papierherstellung wurde Smalte früher als Weißmacher benutzt.

8. Co-Phosphat Co3(PO4)2 Wird als Pigment und Katalysator verwendet

9. Bis-ethylendiammin-dinitro-cobalt(III)-nitrat

[Co(en)2(NO2)2]NO3 („en“ = ethylendiamin)

10. Cobalt(II)-oxicarbonat Co2OCO3

Cobalt(II)-carbonat und Cobalt(II)-oxicarbonat werden als Katalysator und Pigment verwendet und sind in Keramikglasuren als Farbstoff (blau) enthalten

KOBALT

COBALTUM Co



11. Pentammin-chloro-cobalt(III)-dichlorid $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$

Neben den Amminkomplexen existieren eine Vielzahl von Verbindungen mit unterschiedlichen Liganden. Beispiele sind das Kaliumhexacyanocobaltat(II) ($\text{K}_4[\text{Co}(\text{CN})_6]$), das Kaliumtetrathiocyanatocobaltat(II) ($\text{K}_2[\text{Co}(\text{SCN})_4]$), das Kaliumhexanitritocobaltat(III) (Fischers Salz, Cobaltgelb), sowie Komplexe mit organischen Liganden wie Ethylendiamin oder dem Oxalation.

12. Cobalt(II)-sulfat-heptahydrat $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Cobalt(II)-sulfat wird zur Herstellung von Pigmenten, Glasuren, in der Porzellanmalerei, zur Tonung von Papieren (Fotografie) verwendet. Zudem wurde das Salz in den 1960er-Jahren Bier beigemischt, um die Stabilität des Schaumes zu erhöhen.

13. Cobalt(II)-oxalat $(\text{COO})_2\text{Co}$

KUPFER

CUPRUM Cu



1. „Halbzeug“ und Drehspäne aus Kupfer (Cu)

(Mechanische Werkstätten der Chemischen Fakultät/Uni-Wien)

2. „Halbzeug“ und Drehspäne aus Messing (Cu/ Zn - Legierung)

(Mechanische Werkstätten der Chemischen Fakultät/Uni-Wien)

3. Atacamit $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ Copiapo/Chile

4. Kupfer gediegen Cu, Ray Mine »Pinal Co.«/ Arizona, USA

5. Rotkupfererz (Cuprit) auf gediegenem Kupfer CuO_2 Calama/Chile

6. Malachit $\text{Cu}_2[(\text{OH})_2\text{CO}_3]$, Bou-Beker/Marokko

7. Kupferhältige Schlacke aus einem Schmelzofen bei der Kopphütte Prähistorischer Bergbau (Illyrer, 1800-800 v. Chr.), Mühlbach am Hochkönig/Österreich

8. Bornit, Buntkupferkies Cu_5FeS_4 , Bisbee/ Arizona, USA

9. Kupferkies (Chalkopyrit) auf Quarz CuFeS_2 Cavnic/Rumänien

10. CuCO_3

11. „Schwarzes“ Kupfer(II)-oxid CuO

Kupfer(II)-oxid adsorbiert leicht Sauerstoff, Stickstoff, Kohlendioxid und andere Gase. Beim Erhitzen über etwa 800 °C wird Kupfer(II)-oxid unter Sauerstoffabgabe zu Kupfer(I)-oxid reduziert. Kupfer(II)-oxid wird als Pigment zum Färben von Glas, Keramik, Porzellan und künstlichen Edelsteinen verwendet. Daneben findet es Anwendung als Kathodenmaterial in Batterien, als Katalysator, zur Entschwefelung von Erdöl und für fäulnishemmende Anstriche.

12. „Rotes“ Kupfer(I)-oxid Cu_2O

Kupfer(I)-oxid wird beim Erhitzen schwarz, nimmt jedoch nach dem Abkühlen wieder seine ursprüngliche Farbe an. Kupfer(I)-oxid wird für fäulnishemmende Anstriche verwendet, beispielsweise für Unterwasserschiffsanstriche. Das in Lösung gehende Kupfer ist giftig für Algen und hemmt deren Ansatz auf den Schiffswänden („Antifouling“). Daneben wird Kupfer(I)-oxid als Ausgangsstoff für die Herstellung von verschiedenen Kupferverbindungen genutzt. Weitere Anwendung findet es als Pigment zum Rotfärben von Glas und Emaille, zur Herstellung von Goldfluss, als Fungizid und als Katalysator.

13. Kupfer(I)-aluminiumalaun $\text{CuAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

14. „Schweinfurter Grün“ $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$

Schweinfurter Grün fand im 19. Jahrhundert als Malerfarbe Verwendung. Es wurde wegen seiner Farbintensität und Lichtechtheit geschätzt, allerdings war seine Giftigkeit schon früh bekannt. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts bis etwa zur Mitte des 20. Jahrhunderts wurde es als eines der ersten Pflanzenschutzmittel eingesetzt.

15. Kupfer-Pulver, hochrein Cu

16. Typische Azurit/Malachit- Mineralien aus antiken Silber-Stollen bei Lavrion

Bis zu 20.000 Sklaven förderten im 5. und 6. Jhd. v. Chr. in den Stollen von Lavrion (südlich von Athen) Silbererz zu Tage. Das gebrochene Erz wurde vor Ort durch Schlämmen mit Meerwasser angereichert. Die ausgestellten Mineralien (Malachit und Azurit auf eisenhaltigem rötlichem Gestein) sind typisch für die antiken Stollen (gebrochen etwa 200 m unter Tag).

KUPFER

CUPRUM Cu



17. Kalium-Kupfer(II)-chlorid-dihydrat $2\text{KCl}\cdot\text{CuCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Bsp. für ein „inkongruent lösliches Doppelsalz“: Die Lösung hat eine andere Zusammensetzung wie die Kristalle ...

18. „Kupfervitriol“ (Kupfersulfat-pentahydrat) $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Kupfersulfat wird zum Verkupfern, zur Herstellung von kupferhaltigen Farben, zur Kupferstichätzung, in Silvester-Raketen (erzeugt einen bläulich-grünen Farbton) und vieles mehr verwendet: So z.B. in der Galvanotechnik zur galvanischen Verkupferung, gemischt mit einer Calciumhydroxid-Suspension als Bordeauxbrühe im Weinbau zur Bekämpfung von Pilzkrankungen und in größerem Maßstab als Pflanzenschutzmittel.

KALZIUM FOSSILIEN



1. Korallenstock

(Wiener Becken, ca. 7-10 Mio. Jahre „Jung-Tertiär“)

Solche Funde werden oft von Bauern beim Ackern gemacht. Korallenstöcke oder Behausungen von Röhrenwürmern, die schon zu Lebzeiten, also vor vielen Millionen Jahren quasi „versteinert“ ihrem Zweck dienten und nun zu Tage treten ...

2. Versteinerte Auster

(Stetten bei Korneuburg)
Das größte fossile Austernriff der Welt liegt am Teiritzberg bei Stetten. Die Hauptsedimentations-Phase im Korneuburger Becken setzt erst im Karpatium vor ca. 17 Millionen Jahren ein. Nun beginnt der Untergrund rasch abzusinken. Gleichzeitig liefern Flüsse genug Sand und Schlamm, um dieses Absinken auszugleichen. Obwohl das Becken im Laufe der Zeit hunderte Meter absinkt, bleibt das Meer daher immer sehr seicht und wird kaum tiefer als 20-30 Meter. Vor 16 Millionen Jahren endete das Absinken des Untergrundes. Das Meer zieht sich aus dem Korneuburger Becken zurück.

3. Schiffswurm

(Vösendorf/NÖ, ca. 10 - 20 Mio. Jahre „Miozän“/ frühes „Tertiär“)

4. Seelilien

(Crinoiden)
Im Trochitenkalk (Erkerode/Niedersachsen, ca. 250 Mio. Jahre „Unterjura“)

Der „Trochitenkalk“ (Oberer Muschelkalk) besteht zu 67% aus biogenem Material. Seelilien zählt man zu den Stachelhäutern. Aus ihrem Kelch ragen 5 Arme (geteilt oft auch 10 oder 20 Arme). Seelilien lebten in warmen, bewegten Flachwasser. Heute gibt es nur sehr wenige Seelilienarten, allesamt in der Tiefsee.

5. Tintenfisch mit Tintenbeutel

(Holzmaden/„Schwäbisch Alb“, ca. 170 Mio. Jahre „Lias“/„Schwarzjura“)

Dibranchiaten sind mit zwei Kiemen ausgestattete Kopffüßler (Tintenfische). Das Besondere an diesem Exemplar ist der besonders gut erhaltene Tintensack! Das bei Gefahr ausgestoßene Tintensekret bildet eine relativ kleine, kompakte Pigmentkörnchen-Wolke, die an der Stelle schwebt, an der einen Augenblick vorher noch der per Rückstoß davongeschossene Tintenfisch war. Der angreifende Räuber soll die Tintenwolke mit dem Beutetier verwechseln und mit seiner Fehlattacke Zeit verlieren, die der Tintenfisch zur erfolgreichen Flucht nutzt. Die Blaufärbung des Tintensekrets ist auf Kupferproteine zurückzuführen.

6. Qualle im Plattenkalk

(Pfalzpaint/Bayern, ca. 150 Mio. Jahre „Oberjura“)
Die „Solnhofener Plattenkalk“ gelten als eine der bedeutendsten Fossilagerstätten der Welt. Im Oberjura wurden Lagunen periodisch vom Meer mit Frischwasser geflutet. Dadurch kam zu schichtweisen Ablagerungen, wobei die betroffenen Lebewesen wegen des lokal sehr hohen Salzgehaltes gut konserviert blieben – insbesondere deren organisches Material. So findet man in diesen bedeutsamen Lagerstätten Libellen, Seesterne, Vögel und Flugsaurier, aber auch versteinerte (verkalkte) Abdrücke von Mollusken, wie z.B. dieser Qualle.

7. Mammut-Backenzahn

(Sibirien, ca. 35.000 Jahre)
Fossile Backenzähne (Mahlzähne) von Mammuts sind für Paläontologen ein wahrer Informationsschatz. Sie bestehen aus sehr harten Lamellen mit weicherem „Zement“ dazwischen und werden beim „Mahlen“ permanent abgenutzt. Die Backenzähne werden laufend nachgebildet (bis zu 6-maliger Zahnwechsel pro Mammut-Leben) und verdrängen die abgenutzten Stümpfe. Wird schneller nachgebildet als abgenutzt, verformen sich Gebiss und Zähne derart, dass das Tier verhungert. Wird langsamer nachgebildet als abgenutzt, gehen dem Mammut die Mahlzähne aus und es verhungert auch. Sie mussten sich daher extrem schnell evolutionär auf sich ändernde Umweltbedingungen einstellen und die Höhe der Mahlzähne über wenige Generationen hinweg entsprechend anpassen:

KALZIUM FOSSILIEN



Weniger Futter

- große Abnutzung weil Sand durch Bodenfressen – höhere Mahlzähne
Trockenerosion/Lössabtragungen durch Klimaschwankungen – größere Abnutzung-
höhere Mahlzähne.

Viel Futter (Klimaerwärmung) – geringere Abnutzung – flachere Mahlzähne.
Drastisches Klimaereignis – Mammut stirbt wegen Deformationen von Kiefer und Mahl-
zähnen (s.o.) Da sich die Lamellen der (unteren) Backenzähne in Richtung Wurzel konisch
erweitern, lässt sich an der Kaufläche, die durch Abnutzung immer länger wird, aus dem
„Längen-Lamellen-Quotient“ (LLQ) auf das Alter der Tiere schließen.

EISEN

FERRUM Fe



1. Rost ($x\text{FeO} \cdot y\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot z\text{H}_2\text{O}$)

Chemisch gesehen setzt sich Rost allgemein aus Eisen(II)-oxid, Eisen(III)-oxid und Kristallwasser zusammen. Rost ist somit ein wasserhaltiges Oxid des Eisens (Oxidhydrat). Er entsteht durch die Oxidation des Eisens, ohne dass höhere Temperaturen erforderlich wäre und bildet lockere Gefüge geringer Festigkeit. Die Oxidation bewirkt eine Zunahme der Masse und des Volumens. Letztere führt zu Spannungen und zum Abplatzen der Rostschicht.

2. Stahlwolle

Handelsübliche Stahlwolle besteht aus einem dicken Band aus scharfkantigen feinen Metallfasern. Diese Fasern haben idealerweise einen 3- oder 4-eckigen Querschnitt, sodass der gewünschte „Ziehklingeneffekt“ entsteht, wenn mit den Stahlwollefasern rechtwinklig zur Schleifrichtung gearbeitet wird. Stahlwolle wird zur Bearbeitung unterschiedlichster Oberflächen wie Holz, Metall, Kunststoff, Stein und Glas eingesetzt, auch zum Mattschleifen von polierten und lackierten Flächen.

3. Werkzeugstahl (Fe mit Cr, Mo, W legiert)

Legierte Werkzeugstähle werden in höher beanspruchten Werkzeugen eingesetzt.

4. Waffen und Feuerschlag-Eisen

5. „NIRO“-Halbzeug (Fe mit Cr, Ni legiert)

Nichtrostender („rostfreier“) Stahl zeichnet sich durch einen Anteil von mehr als 10,5 % Chrom aus. Weitere Legierungsbestandteile wie Nickel, Molybdän, Mangan und Niob führen zu einer noch besseren Korrosionsbeständigkeit oder günstigeren mechanischen Eigenschaften.

6. „Rotes“ Eisen(III)-oxid Fe_2O_3

Eisen(III)-oxid wird als Pigment verwendet und als Eisenoxidrot bezeichnet. Der Farbton variiert dabei etwa zwischen rotorange und tiefrot; auch ist es Hauptbestandteil der natürlichen roten Erden.

7. Eisenbahnschiene („Schmalspur“) Fe/Mn – Legierung

8. „Eisenvitriol“, Eisen(II)-sulfat-heptahydrat $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Früher: Ab dem dem 3. Jahrhundert v. Chr. wurde Eisengallustinte, eine aus Eisen (II)-sulfat, Galläpfeln, Wasser und Gummi arabicum hergestellte Tinte, als dokumentenechte schwarze Tinte zum Schreiben auf Pergament und später Papier gebräuchlich. Heute: Bei der Abwasserreinigung dient es als Fäll- und Flockungsmittel. Besonders große Kläranlagen verwenden häufig Eisen(II)-sulfat zur Phosphatelimination.

9. „Berlinerblau“ (stark verdünnt) Fe(III) + „Gelbes Blutlaugensalz“ $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

Berliner Blau wird bis heute für Aquarell-, Öl- und Druckfarben verwendet. Das 1709 durch Pieter van der Werff in Rotterdam geschaffene Gemälde „Die Grablegung Christi“ stellt den frühesten bisher bekannten Nachweis der Verwendung des Pigments in der Malerei dar.

10. Eisen-Drehspäne mit den typ. „Anlauf-Farben“

„Anlauffarben“, auch „Anlassfarben“, sind oberflächliche, irisierende bunte Färbungen eines Stoffes, die durch Interferenz an dünnen Schichten entstehen. Auf Metallen entstehen die Anlauffarben meist durch eine Oxidation der Oberfläche. Die Dicke der Oxidschicht wird durch die Tiefe bestimmt, in die die Sauerstoffatome diffundieren können. Diese Tiefe ist stark von der Temperatur abhängig.

SCHWEFEL

SULFUR S



1. Schwefeltrioxid SO_3

Anhydrid der Schwefelsäure. Bildet bei Normbedingungen farblose, nadelförmige Kristalle, die äußerst hygroskopisch sind und sehr heftig (explosiv) mit Wasser reagieren. Gasförmiges Schwefeltrioxid dient hauptsächlich zur Herstellung von Schwefelsäure.

2. Schwefelsäure H_2SO_4

Technisch wichtigste Chemikalie überhaupt! Zählt zu den meistproduzierten chemischen Grundstoffen. Wird im „Millionen-Tonnen-Maßstab“ jährlich weltweit produziert und vor allem in der Düngemittelproduktion und zur Darstellung anderer Mineralsäuren, etwa der Salz- oder Phosphorsäure verwendet.

3. Bau- und Elektrik Gips CaSO_4

4. Vulkanisierter Autoreifen

Der Großteil der industriellen Gummiproduktion geht in die Reifenherstellung. Naturkautschuk ist bernsteinfarben und wird für Autoreifen mit künstlich hergestelltem Ruß zur Modifikation der Eigenschaften (z. B. Abrieb, Reißfestigkeit, Härte) gemischt. Daraus resultiert die schwarze Färbung. Naturkautschuk besteht aus langen Polyisopren-Ketten, welche durch Zusatz von Schwefel unter Druck und Hitze vernetzt werden können, wodurch ein elastisches Material entsteht. Dieser Vulkanisation genannte Vorgang wurde 1839 von Charles Goodyear entdeckt. Laut Archäologen des MIT kannten mittelamerikanische Ureinwohner das Erhitzen von Kautschuk mit Schwefel allerdings schon vor 3600 Jahren.

5. CdS

Cadmium ist ein Schwermetall, das bereits in relativ niedriger Dosierung die menschliche Gesundheit schädigen kann. Cadmium schädigt die Nieren und die Knochen und beeinflusst das Hormonsystem. Jede Freisetzung aus weiteren Quellen ist daher nach Möglichkeit zu unterbinden. Bei Produkten mit bedeutenden Cadmiumgehalten wie Nickel/Cadmium-Akkus ist unbedingt auf eine Entsorgung als Sondermüll und nicht als Hausmüll zu achten.

6. Schwarzpulver

Schwarzpulver besteht im Mittel aus 75% Salpeter (Kaliumnitrat), 10% Schwefel und 15% Holzkohle. Schwarzpulver ist wenig schlag- und reibungsempfindlich. Die Zündtemperatur liegt sehr niedrig (ca. 170 °C). Ein wichtiger Einsatzort ist im Steinbruch zur Gewinnung wertvoller Werksteine wie Marmor oder Granit. Aufgrund der stark zerstörenden Wirkung von Detonationssprengstoffen kommen diese dort nicht zum Einsatz. Da Sprengpulver nicht brisant ist, sondern schiebende Wirkung hat, wird das Gestein relativ schonend losgebrochen, man erhält Bruchstücke in verwendbarer Größe und es entstehen keine Haarrisse.

7. $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Mangan(II)-sulfat findet Verwendung in der Landwirtschaft, der Porzellanfabrikation, zur Desinfektion, in der Färberei und in der Holzbeize.

8. „Ultramarin-Blau“

Farbloses Sodalith (ein Mineral) hat sehr kleine Hohlräume. Diese Hohlräume sind so klein, dass nur wenige Atome in diese Käfige passen. Bei den Ultramarinen enthalten die Hohlräume einfach negativ geladene Polysulfid-Radikalanionen. Diese „eingesperrten“ S_2^- -Ionen verhalten sich anders als elementarer Schwefel. Sie absorbieren das Licht bestimmter Energie, dies entspricht einer bestimmten Wellenlänge: Sie bilden ein „Farbzentrum“. Fällt weißes Licht – wie etwa Sonnenlicht – auf das Pigment, so fehlt nach der Reflexion durch das Pigment der absorbierte Anteil des Lichts. Der Mensch empfindet nun eine Farbe. „Ultramarin“ wird aus dem Mineral „Lapislazuli“ gewonnen, von dem der beste nur an einem Fundort in Nord-Afghanistan vorkommt. Das Pigment wurde schon im Mittelalter am Seeweg nach Europa gebracht und hier mit Gold aufgewogen ...

SCHWEFEL

SULFUR S



9. Lapislazuli

10. Zinnober HgS

Historische Anwendung fand Zinnober (Mineral: „Cinnabarit“) als rotes Pigment, dem „Zinnoberrot“. Als Pigment wurde das Mineral seit dem Altertum in der Wand-, Tafel- und Buchmalerei eingesetzt. Weiters wurde das enthaltene Quecksilber nach Reduktion des Quecksilbersulfids als Material für Spiegel verwendet.

11. Ammonalaun (Ammoniumaluminiumsulfat-dodekahydrat)

$\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

Alaun (englisch: Alum, französisch: Alun, lateinisch: Alumen) wurde früher nur das kristallisierte wasserhaltige schwefelsaure Doppelsalz von Kalium und Aluminium (Kaliumaluminiumsulfat) genannt. Neuerdings bezeichnet man so bisweilen auch das entsprechende Ammoniumaluminiumsalz, während der Name Alaune für alle schwefelsauren Doppelverbindungen gleichartiger chemischer Konstitution gilt $\text{M(I)M(III)}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, wobei dann das für Kalium bzw. Aluminium eintretende Metall der Bezeichnung vorgesetzt wird, zum Beispiel Chromalaun für das schwefelsaure Doppelsalz von Kalium und Chrom. Hauptsächlich wird Alaun in der Papierfabrikation, in der Gerberei zum Weißgarmachen der Häute, in der Kattundruckerei und in der Zeugfärberei zum Beizen vorkommt.

12. Erdöl direkt aus der Adria-Wien-Pipeline (ÖMV/Raffinerie-Schwechat)

13. Kristallisierter Schwefel auf Calzit (Sizilien/Italien)

14. Schwefel-Brocken und „Schwefel-Blumen“ direkt aus der Entschwefelung des Rohöls gewonnen (ÖMV/Raffinerie-Schwechat). Ca. 95% des so gewonnenen Schwefels wird zu Schwefeldioxid verbrannt (DONAUCHEMIE, Werk „Pischelsdorf“) und direkt zu Schwefelsäure (H_2SO_4) weiterverarbeitet.

Diese geht dann fast quantitativ in die Düngemittelproduktion ...

GESTEIN



1. Vulkanischer Schwefel (Fundort: Kraterrand von Vulcano/Liparische Inseln/Italien)

2. Obsidian und Bimsstein (Fundort: Lipari/Liparische Inseln/Italien)

Der Name „Obsidian“ leitet sich von dem Römer Obsius her, der in der Antike den ersten Obsidian von Äthiopien nach Rom gebracht haben soll. Obsidian entsteht bei rascher Abkühlung von Lava mit einem Massenanteil an Wasser von maximal 3–4 %. Bei höheren Gehalten an flüchtigen Stoffen (neben Wasser hauptsächlich CO_2) würde sich sonst, auch bei schneller Abkühlung, das Gestein zu Bimsstein aufblähen. D.h. Obsidian und Bimsstein sind chemisch ident und verhalten sich wie erstarrte Flüssigkeit mit erstarrtem Schaum...Die Bildung vulkanischer Gläser ist in hohem Maße von der Zähflüssigkeit und deshalb vom Kieselsäuregehalt (je höher, desto zähflüssiger) der Lava abhängig. Aufgrund der raschen Abkühlung kommt es nicht zur Ausbildung regelmäßiger Kristallstrukturen. Das Glas, aus dem der Obsidian besteht, hat damit ein chaotisches, amorphes Gefüge. Obsidian war wegen seines scharfen muscheligen Bruchs von der Steinzeit bis zum Mittelalter heiß begehrt für Messerklingen oder Pfeilspitzen.

3. Granate in Glimmerschiefer (Fundort: Donnersbachwald/Steiermark)

Granate: Kommen in massiver Form oder körnig, häufig aber auch als makroskopische Kristalle vor, die bis zu 700 kg schwer werden können. Besonders häufig findet man Granate in metamorphen Gesteinen wie Gneis oder Glimmerschiefer; daneben treten sie auch in magmatischen Gesteinen und sedimentär in Schwermineralseifen (Strandsedimente, Flusssedimenten) auf. Die Korngröße von Glimmerschiefer ist mittel- bis grob körnig, die aufbauenden Minerale sind parallel zueinander eingeregelt. Glimmerschiefer: Wie für Schiefer charakteristisch, zeigt Glimmerschiefer ebene, unebene oder gewellte Schieferungsflächen, anhand derer das Gestein zu Platten aufgespalten werden kann. Typisch für frisch aufgebrochene Glimmerschieferplatten ist der intensiv schimmernde Glanz. Glimmerschiefer entsteht durch Umwandlung (Metamorphose) von Tonmineralen, Tonsteinen oder sandigen Gesteinen in Glimmerminerale. Infolge von mittleren bis hohen Temperatur- und Druckverhältnissen werden die Gemengeteile (d.h. die gesteinsaufbauenden Minerale) aufgeschmolzen, anschließend erfolgt die Rekristallisation und durch den dabei vorherrschenden einseitigen Druck entsteht das charakteristische Schiefergefüge.

4. Olivinbombe (Fundort: Kapfenstein, Stmk)

Dieses Mineralgeschoß aus dem obersten Erdmantel wurde vor ca. zwei Millionen Jahren mit dem Magma durch die gesamte Erdkruste transportiert und bei einem stark explosiven Vulkanausbruch durch die Luft gewirbelt. Diese eisenhaltigen und daher schweren Kristalle gehören zu den ersten Mineralbildungen einer abkühlenden Gesteinsschmelze.

5. Roter Sandstein (Fundort: Langen bei Darmstadt/Deutschland)

Sandstein: Entsteht durch die Verkittung (Zementation) von lockerem Sand und Beimengungen groberer oder feinerer Sedimentpartikel (Ton, Silt, Gerölle). Er ist, im Gegensatz zu chemischen und biogenen (überwiegend aus Resten von Lebewesen zusammengesetzten) Gesteinen, wie Kalkstein oder Kohle, klastischen (detritischen) Ursprungs, besteht also aus Kleinstrümmern verwitterter und abgetragener Gesteine.

6. Flußspat-Gang (Fundort: Erzgebirge, Sachsen)

7. Glimmer aus einem Pegmatitgang (Fundort: Königsalm/Niederösterreich)

Glimmer: Eine ganze Reihe von Schichtsilikaten mit Aluminium-Silizium-Sauerstoff-Tetraeder als Grundbausteine, die in Ebenen angeordnet sind. Diese Kristallgitterschichten werden durch Elemente wie Mg, Ca, Na, K, Al u.a. locker zusammengehalten. Als Folge

GESTEIN



dieses schichtartigen Aufbaus lassen sich Glimmer sehr gut spalten.

Pegmatit: Grobkristalline Ganggesteine, die aus sehr großen, meist etwa 2 bis 2,5 cm großen Kristallen bestehen und im wesentlichen der Zusammensetzung von Granit entsprechen. Sie bestehen also hauptsächlich aus den Mineralen Feldspat, Quarz und Glimmer und haben durch die hellen Hauptbestandteile Quarz und Feldspat ein sehr helles Aussehen.

9. Magnetkies, „Pyrrhotin“ (Fundort: Erzgebirge/Sachsen)

Pyrrhotin, veraltet auch als Magnetkies bezeichnet, ist ein häufig vorkommendes Mineral aus der Mineralklasse der „Sulfide und Sulfosalze“. Bronzefarbenes bis braunes, metallisch glänzendes, undurchsichtiges, ferromagnetisches Mineral der näherungsweise Zusammensetzung FeS, dazu etwas Nickel.

10. Basalt (Fundort: Fichtelgebirge)

Basalt: Entsteht bei der Aufschmelzung des Erdmantels, dünnflüssiges, SiO₂-armes Magma erkaltet an der Erdoberfläche oder im Ozean beim Austritt relativ schnell zu Basaltlava. Die Magmen haben bei ihrem Austritt in der Regel Temperaturen zwischen 900 °C und 1200 °C abhängig von ihrem Chemismus. Es befinden sich häufig auch Einschlüsse von Mineralen oder ganzen Gesteinen mit einem höheren Schmelzpunkt darin, die beim Aufstieg mitgerissen wurden. Basalt ist, betrachtet man sowohl die Festländer als auch den Grund der Meere, das Gestein mit der größten Verbreitung.

CHROM

CHROMIUM Cr



1. Chrom(III)-oxid, Cr_2O_3

Chrom(III)-oxid wird aufgrund seiner Härte in Schleifmitteln eingesetzt. In vielen organischen Reaktionen dient es als Katalysator. Unter dem Namen Chromoxidgrün ist es als olivgrünes Pigment erhältlich. Es dient unter anderem als Emaillefarbe und zum Glasfärben.

2. Chrom(VI)-oxid, CrO_3

Chrom(VI)-oxid bildet rotviolette, geruchlose, nadelförmige Kristalle. In viel Wasser löst es sich unter Bildung von gelber Chromsäure (H_2CrO_4). Chrom(VI)-oxid ist ein sehr gutes Oxidationsmittel, das z. B. mit Ethanol oder anderen organischen Stoffen explosionsartig reagiert. Chrom(VI)-oxid ist brandfördernd und erhöht die Feuergefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen. Beim Mischen mit brennbaren Substanzen besteht Explosionsgefahr. Chrom(VI)-oxid ist sehr giftig und wirkt sowohl mutagen als auch karzinogen. Bereits 0,6 g, oral eingenommen, können tödlich sein. „Chromschwefelsäure“ ist konzentrierte Schwefelsäure mit darin gelöstem CrO_3 . Diese tief-dunkelrote, extrem aggressive Flüssigkeit oxidiert heiß fast sämtliche organische Substanzen. (Verwendung zur Extrem-Reinigung von Glasgeräten: „Aus-chromen“).

3. Chrom(III)-chlorid-hexahydrat $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

4. Chrom(III)-chlorid, wasserfrei CrCl_3

5. Verchromen

Chromelektrolyte sind wässrige Lösungen auf Chromsäurebasis (H_2CrO_4), die in der Galvanotechnik zur Erzeugung eines Chromüberzugs auf Metall- und Kunststoffgegenständen verwendet werden. Ein Chromelektrolyt besteht aus etwa 250 g CrO_3 mit einem Zusatz von 1 % = 2,5 g Schwefelsäure (H_2SO_4) als Katalysator in einem Liter Bad. Als Anoden dienen unlösliche Bleilegierungen. Das Anodenmaterial ist hier wichtig, da das dreiwertige Chrom, das an der Kathode erzeugt wird, wieder zu sechs-wertigem Chrom oxidiert werden muss. Dies geschieht besonders gut an den Bleianoden, die sich mit einer Bleidioxidschicht überziehen. Das abgeschiedene Chrom wird dem Elektrolyten als Chromsäureanhydrid (CrO_3) wieder zugegeben.

6. Klassischer „Alko-Test“

Das Röhrchen ist mit schwefelsaurem Kaliumchromat (gelb) gefüllt. Der Ballon wird aufgeblasen und die Atemluft durch das Röhrchen gedrückt. Enthält dies Alkoholdampf, wird Cr(VI) zu Cr(III) reduziert und die Farbe ändert sich von gelb zu grün.

7. Kaliumchromat (gelb)/Kaliumdichromat (orange)

Im „Sauren“ ist nur das Dichromat beständig, im „Basischen“ gibt es nur das Chromat. Bei pH-Wert Änderungen in den wässrigen Lösungen, erfolgt diese Umwandlung („Dimerisierung“) reversibel $2 \text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

LÖSUNGEN



1. Metall-Ionen in wässriger Lösung

Atome und Ionen (+ oder – geladene Atome) haben positive Kerne und negative Elektronenhüllen. Bei einfallendem (weißen) Licht absorbieren äußere Elektronen bestimmte Energiequanten und werden dadurch angeregt. Dieser Energieanteil fehlt dann dem Licht, der Rest („Komplementärfarbe“) wird reflektiert oder durchgelassen und das Objekt erscheint „farbig“. Da sich die Elektronenenergien der diversen Metall-Ionen voneinander unterscheiden, sind auch die Anregungsenergien der äußeren Elektronen unterschiedlich. Cu^{2+} ist daher z.B. stets blau gefärbt, Ni^{2+} grün, Fe^{3+} gelb, MnO_4^- violett...usw. – und das nicht nur in wässrigen Lösungen sondern auch in den meisten Salzen wie z.B. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, FeCl_3 oder KMnO_4

2. „Galvanisches Kupfer-Zink-Element“

Jede Kombination von zwei verschiedenen Elektroden und einem Elektrolyten bezeichnet man als „Galvanisches Element“ und sie dienen als Gleichspannungsquellen. Also immer, wenn z.B. zwei verschiedene Metalle in eine Elektrolytlösung tauchen, entsteht „Elektrische Spannung“ (siehe Poster!). Im galvanischen „Cu/Zn-Element“ beträgt der Spannungsunterschied 1,1V (Volt).

Bei Stromfluss scheidet sich das Cu ab und Zn löst sich auf. Ist eines der Materialien aufgebraucht (Cu^{2+} in Lösung oder Zn-Metall in der Elektrode), ist die „Batterie leer...“!

3. Iod I(0)-Extraktion in Wasser (oben, braun)/Chloroform (unten, violett)

4. Fe(II) / Fe(III)

Rechts: Eisen (III)-Ionen sind braun gefärbt und sind die stabilste Ionen-Form des Eisens (z.B.: Rotes Gestein, Rost, braunes Glas für Bierflaschen...)

Links: Eisen(II)-Ionen sind grün (z.B.: Grünes Glas für Weinflaschen, Olivin im Erdmantel...) und wandeln sich bei Sauerstoffeinfluss langsam in braunes Fe(III) um. Der Fe-Nagel in der Lösung stabilisiert diese, indem sich bildende Fe(III)-Ionen mit Fe(0) laufend wieder zu Fe(II) zurückreagieren. 2Fe^{3+} (braun) + Fe^0 (Metall) = 3Fe^{2+} (grün). Der braune Feststoff oberhalb und unterhalb des Nagels ist Fe(III) als $\text{Fe}(\text{OH})_3$, das mit dem Nagel nicht mehr in Kontakt kommen und sich daher auch nicht zu Fe(II) zurückbilden kann...

NICKEL

NICCOLUM Ni



1. Modeschmuck

2. Schalen aus Nickel

„Abdampfschalen“, wie sie in chemischen Laboratorien verwendet werden.

3. Cis-/trans-cyclohexandiammin-Nickel (gelb bzw.violett)

$[\text{Ni}(\text{cis-chxn})_2]\text{Cl}_2$: blassgelbes, feinkristallines Komplexsalz. Diamagnetisch; planarquadratische Konfiguration. $[\text{Ni}(\text{trans-chxn})_2(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2$: violette feinkristallines Komplexsalz. Paramagnetisch; oktaedrische Konfiguration.

4. Hexamminnickel(II)-chlorid $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$

Löst man etwas Nickelchlorid NiCl_2 in Wasser auf, so erhält man eine Lösung in der die Nickel(II)-Ionen von je 6 Wassermolekülen umgeben sind: $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ Die Lösung ist grün! Gibt man ausreichend Ammoniaklösung hinzu (NH_3), färbt sich die Lösung intensiv violett! Durch „Ligandenaustausch“ hat sich violettes $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ gebildet, das sich beim Einengen mit zwei Cl^- Gegenionen vereinigt und als tiefviolette Salz auskristallisiert ...

5. Chromnickel-Stahl Halbzeug und Laborgeräte

6. Nickel(II)-nitrat-hexahydrat $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Besonderheiten: Starkes Oxidationsmittel! Gibt beim Erhitzen ab 45°C das Tetrahydrat $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, ab 80°C das Dihydrat $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ und bei 120°C basisches Nickelnitrat $\text{Ni}(\text{OH})\text{NO}_3$. Beim Abkühlen bildet sich das u.A Nonahydrat $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$!
Verwendung: als braunes Pigment in der Keramikindustrie, in der Färberei als Beizmittel, zum elektrolytischen Vernickeln, zum Herstellen von reinstem Katalysatornickel.

GLAS



- 1. Grüner Stil:** Fe(II), (Mn)
- 2. Gelb:** Cr, Fe(III)
Rot: Cu, (Co, Fe, As)
Blau: Cu, Fe, As (Ni)
- 3. Gelbgrün :** Cr, (Pb)
- 4. Dunkelrosa:** Mn, (Pb)
- 5. Blau:** Fe(II), As, (Zn)
- 6. Rot:** As, Se, Fe(III), (Zn, Cd, Co)
- 7. Blaugrün:** Cu, (As, Pb)
- 8. Rosa:** Se, (Fe, Ni)
- 9. Glasfärbung durch Aufdampfen von Metallen**
Gelblich: Silber (Ag)
Rötlich: Gold (Au)
- 10. Braun:** Mn, (Fe)
- 11. Dunkelblau:** Co, (Fe)
- 12. Dunkelrot:** Cu, Fe (Pb)
- 13. »Bleiglas« farblos:** Pb, K
- 14. Grüner Boden:** Fe(II), As, (Ni)
Rosa Hals: Fe, As, Se, (Fe, Ni)
- 15. Glaskolben** von innen mit Silber (Ag) verspiegelt
- 16. Blau:** Cu, (Ba, Ca)
- 17. „URAN-GLAS“,** grünliches Gelb: U (fluoresziert stark im UV-Licht)
- 18. Dunkles Rot:** Cu, As, (Pb)
- 19. Glasperlen**
Violett: Nd
Grün: Pr
Rosa: Er
- 20. Die Farben unserer Bier- und Weinflaschen**
Grün: Fe(II),
Braun: Fe(III)
- 21. Grün:** Cu, (Pb)

SELTENE ERDEN



1. „Doppelnitrate“ der Seltenerdelemente

...wie sie bei ihrer Auftrennung durch „Fraktionierte Kristallisation“ anfallen (SEE-Reinheit = 99,9%; Fraktionierung: Ao. Univ. Prof. Dr. K. Rossmanith/Universität-Wien)

2. Praseodym-Glas

3. Original „Auer-Strumpf“ (Um 1900)

Einer der wenigen noch existierenden „Original-Strümpfe“ für das Gasglühlicht. Äußerst fragiles Gerüst aus Thoriumoxid mit 1% Ceroxid.

4. Neodym-Glas

5. **Historische Fraktionen** Aus Der Zeit Der Seltenerdentdeckungen (Um 1890)

6. Der „stärkste Magnet der Welt“ und Eisen im Sand eines Badestrands

Der Sand an der fast 30 km langen „Beach“ von Baia di Gaeta (nördlich von Napoli/Italien) ist relativ schwer, stellenweise dunkelschwarz gefärbt und enthält bis zu 10% Magnetit. Der hier ausgestellte Magnet (Neodym-Eisen-Bor) ist „der stärkste Magnet der Welt“ und zieht mühelos diese Magnetit-Anteile aus dem Sand ... Anm.: Fast jeder hat so eine Nd/Fe/B-Magnet bei sich! Z.B. im winzigen Knopf-Ohrenhörer vom iPhone ...

Nicht am Foto abgebildet:

Monazit-Sand

Ausgangsmaterial zur Seltenerd-Gewinnung (Historische Fraktion / um 1890)

Neodym - Filterglas

Neodymglass kann als fotografischer Filter vor dem Objektiv einer Kamera verwendet werden. Diese Filter haben sich vor allem bei Fotoaufnahmen in der Nacht bzw. im Bereich der Astrofotografie etabliert. Durch die sogenannte Lichtverschmutzung verfärbt jedoch der Nachthimmel oftmals gelblich und somit wird die Qualität des photographischen Ergebnisses vermindert bzw. werden astronomische Beobachtungen und Fotografie an vielen Orten sogar unmöglich gemacht. Der Filter aus Neodymglass entfernt oder verringert den sichtbaren Anteil des Spektrums der klassischen Straßenbeleuchtung mit Natriumdampflampen.

KOHLENSTOFF

CARBONEUM C



Bild 1

1. Graphit-Sintermaterial

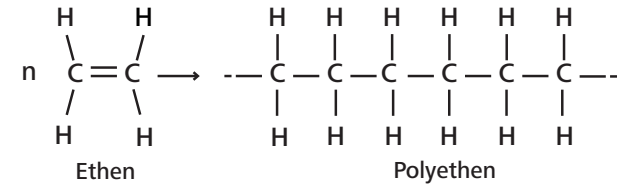
(für Hochtemperaturexperimente) Bei einer Temperatur von über 2500 °C wird Graphit plastisch verformbar und sublimiert in einer sauerstofffreien Umgebung bei einer Temperatur von 3750 °C. Hervorragender Werkstoff zur Herstellung von Kathoden und Tiegel für extreme Temperaturen.

2. Anthrazit Fundort: Rumänien

3. Steinkohle Fundort: Steierdorf

4. Karbonisiertes Holz

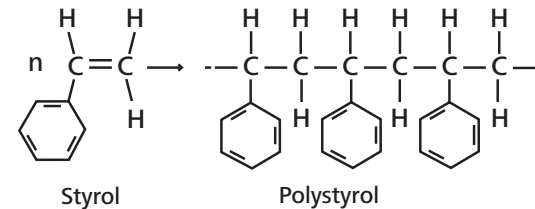
5. Polyethylen („PE“)



6. „Styropor“ (Polystyrol)

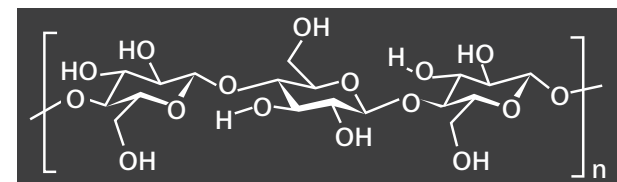
gewinnt man durch die Polymerisation von monomerem Styrol. Das Rohpolymerisat liegt als Flüssigkeit vor, die aushärten kann und kommt als Granulat in den Handel.

Das Granulat (expandierbares Polystyrol) erhält während der Polymerisation zu festen Kügelchen Gaseinschlüsse. Werden die Kügelchen dann unter Wasserdampf etwas über 100 °C erwärmt, expandiert das Gas und der thermoplastische Kunststoff bläht sich auf. Die Ränder der Blasen verschmelzen. Zurück bleibt ein Feststoffkörper, der je nach Form, in der der Prozess stattgefunden hat, als Platte oder bis hin zum geometrisch komplizierten Verpackungsteil, erscheint.



7. Papier („Zellulose“)

Papier besteht hauptsächlich aus Cellulosefasern, die wenige Millimeter bis zu einigen Zentimetern lang sind. Die **Cellulose** (häufig auch „Zellulose“) ist der Hauptbestandteil von pflanzlichen Zellwänden (Massenanteil etwa 50 %) und damit die häufigste organische Verbindung und auch das häufigste Polysaccharid (Vielfachzucker).

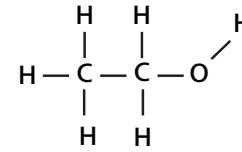


KOHLENSTOFF

CARBONEUM C



8. Alkohol („Ethanol“)



9. Zucker

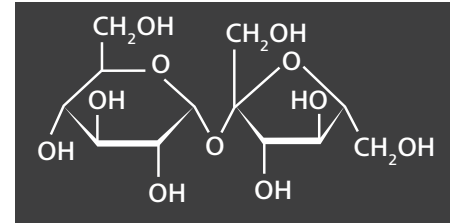


Bild 1

KOHLENSTOFF

CARBONEUM C



Bild 2

1. Torf karbonisiert Fundort: Oberösterreich

2. Braunkohle („Lignit“) Fundort: Krassowa

3. Holzkohle

Der Weg vom Holz zur Kohle („Inkohlung“): Als „Inkohlung“ wird der natürliche Prozess der Entstehung von Kohle bezeichnet. Die Inkohlung führt in Zeiträumen von Jahrtausenden von frischem Pflanzenmaterial zu Torf, dann über Braunkohle und Steinkohle zum Anthrazit, in einzelnen Fällen sogar zum Graphit. Der Anteil an Wasser und flüchtigen Bestandteilen nimmt dabei laufend ab, so dass der relative Anteil an Kohlenstoff zunimmt, der im Graphit nahezu 100 % beträgt.

4. Bitumen

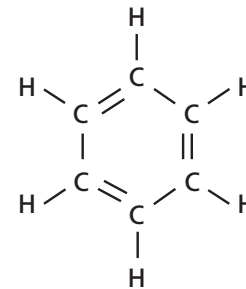
Rückstand der Vakuumdestillation von Rohöl. Einblasen von Luft macht Bitumen viskoser. Die Viskosität kann so auf den Bedarf eingestellt werden ... (ÖMV/Raffinerie Schwechat)

5. Pfeil aus „Carbon-Faser“

Kohlenstofffasern werden aus organischen Ausgangsmaterialien hergestellt. Es kommen in erster Linie solche Verbindungen in Frage, die sich zunächst in eine unschmelzbare Zwischenstufe umwandeln lassen und anschließend unter Formerhalt in einem Pyrolyseprozess zum Kohlenstoff carbonisiert werden können. Durch Verstreckung (Anlegen einer Zugspannung) bei dieser Temperaturbehandlung lässt sich die Orientierung der atomaren Struktur in den Fasern so verändern, dass bei der Carbonisierung höhere Festigkeiten und Steifigkeiten der Fasern erreicht werden. Bei dieser Carbonisierungsbehandlung werden alle Elemente bis auf den Hauptanteil Kohlenstoff gasförmig abgespalten. Der relative Kohlenstoffanteil steigt mit zunehmender Temperatur, die üblicherweise im Bereich von 1300-1500 °C liegt. Damit wird ein Kohlenstoffanteil von 96 bis 98 Gewichtsprozenten erreicht.

6. Benzol („Benzen“)

wird in der Petrochemie für die Synthese vieler Verbindungen gebraucht, vorwiegend Ethylbenzol (52 %), Cumol (20 %), Cyclohexan (13 %) und Nitrobenzol (9 %). Diese Verbindungen sind wiederum Ausgangsstoffe zur Synthese von Verbindungen, wie Styrol, Phenol, Aceton, Cyclohexanol, Cyclohexanon und Anilin. Auf ihnen basieren Kunststoffe, wie Polystyrol, Styrol-Butadien-Kautschuk, Polyamide (Nylon) und Epoxidharze. Viele weitere Produkte basieren auf Benzol bzw. auf den Folgeprodukten



7. „Wachs“ (Paraffin)

bezeichnet ein Gemisch aus acyclischen Alkanen (gesättigten Kohlenwasserstoffen) mit der allgemeinen Summenformel $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$.

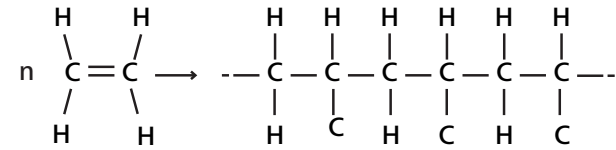
KOHLENSTOFF

CARBONEUM C



Bild 2

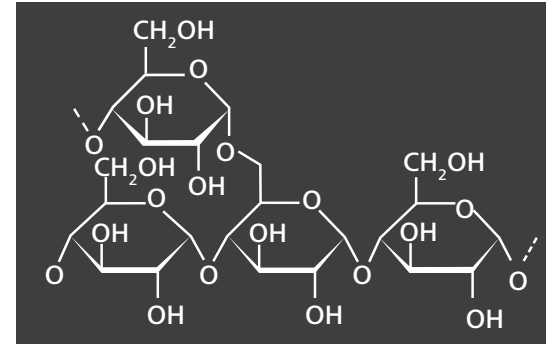
8. Polypropylen („PP“)



Propen

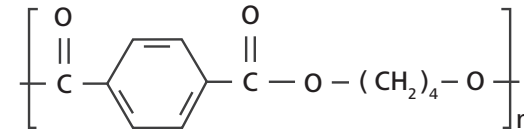
Polypropylen

9. Stärke ist „zuckerähnlich“ und zählt als Polysaccharid mit der Formel $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ zu den Kohlenhydraten.



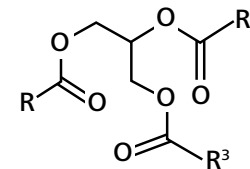
10. Polyethylenterephthalat („PET“)

„PET“ hat vielfältige Einsatzbereiche und wird unter anderem zur Herstellung von Kunststoffflaschen (PET-Flaschen), Folien und Textilfasern verwendet. Die weltweite Produktion liegt bei 40 Millionen Tonnen im Jahr.



11. Öle bzw. Fette

sind Gemische von Fettsäuretriglyceriden (Verbindungen zwischen Glycerin und „Höheren Fettsäuren“; sog. Ester), die bei Raumtemperatur flüssig (Öle) oder fest (Fette) sind.



12. Essig („Essigsäure“)

