Metall, giftig. Einsatz in der

Werkzeugen und Strahlenschutz-

Smaragden und Aquamarinen.

Magnesium 🦓

Leichtes Metall. Im Chlorophyll

Weiches Metall. Stärkt Knochen

und Zähne, in Milch, Blättern,

Gemüse, Muscheln, Korallen,

Kalkstein, Kreide, Gips,

Strontium

nuklearen Fallout.

55

Weiches Metall. Bestandteil von

Leuchtstoffen, Anwendung in

Weiches Metall, absorbiert

Röntgenstrahlen. Wichtig für

Bleichmittel und Füllmasse

bei der Papierherstellung.

Kontrastmittel, grünes Feuerwerk

Radioaktiv und langlebig. Früher

in Leuchtuhren (heute verboten),

Radonproduktion und Radiografie,

Einsatz in der medizinischen

Bestandteil von Atommüll.

☑ 👽 🗵 88

rotem Feuerwerk, Leuchtsignalen,

tsignalen,Wunderkerzen,

von Grünpflanzen, in Talkum,

scheiben, in Bervll-Edelsteinen wie

2 3 12

fest

flüssig

gasförmig

Menschlicher Körper

Korrosionsbeständig

... Nur in Spuren in der Natur

Künstliche Elemente

Experimenten gemacht

Radioaktiv

Die zehn wichtigsten Elemente

Die acht wichtigsten Element

Ferromagnetisch bei Raumtemperatu

Isotope sind radioaktiv und somit instabi

nur von Menschen in kernphysikalischen

weniger als ein Millionstel Prozent in der Erdkruste

Gelbliches und giftiges Gas,

das am stärksten reagierende

endes Fluorit und Kühlmittel,

n Zahnpasta, Antihaft-

Element. Verwendung als leucht-

Grünliches, giftiges Gas. Bestand-

Magensäure, dient als Desinfekti

teil von Salz. Bleichmittel und

onsmittel in Swimmingpools

Dunkle, schwere, rotbraune Flüs-

sigkeit. Dient als Desinfektions-

nittel in Pools und Spas,

und beim Trinkwasser.

⇔ † 17

Samstag/Sonntag, 28./29. Januar 2017, Nr. 23 Süddeutsche Zeitung

www.sz-archiv.de

Die Farbe des Symbols zeigt

seiner üblichen reinen Form.

die Farbe des Elements in

metallisch fest

rot und flüssig

farbloses Gas

18

Element. Ist Brennstoff der

superkalten Kühlschränker

Reaktionsträges Gas. In orange-

roten Neonleuchten in der Wer-

bung, Lasern, dient als superkaltes

Reaktionsträges Gas. Macht ein

Prozent der Luft aus, in Glühbirnen.

sogenannten Neon-Leuchten und

Lasern, dient als Schweißgas.

Krypton

Reaktionsträges Gas.

Leuchten und Lasern.

Xenon

In Hochleistungslampen

Stirnlampen, Blitzgeräten,

Laternen, in sogenannten Neon

Kernfusion der Sterne,

in Ballons, Lasern und

Gruppe 1 Wasserstoff Explosives Gas, leichtestes Element, Macht rund 90 Prozent der Atome des Universums und der Sonne aus. Bestandteil von

Wasser und der organischen Moleküle des Lebens. **3**

Lithium 🔼

Das leichteste Metall ist weich und reaktionsfreudig. In leichten Aluminium-Legierungen, Batterien, stoßfesten Keramik kochfeldern und Stimmungsstabilisierern.

Natrium Weiches und sehr reaktionsfreudi ges Metall. Bestandteil von Kochsalz, Dünger, Backsoda, Lauge, Seife, Soda, Glas. Wichtig für die

Papierherstellung, findet sich in um-Legierungen für Autos, Flug-

Weiches und sehr reaktionsfreu diges Metall. Findet sich in Salzen, als Nährstoff in Obst und Gemüse, in Seife, Dünger, Pottasche, Bestandteil der Nerven

freudiges Metall. Wichtig für Vakuumröhren und Atomuhren in

Cäsium Weiches und sehr reaktionsfreudiges Metall, schmilzt an Hitzetagen. Einsatz in

Vakuumröhren, und Atomuhren für GPS-Systemen.



geringe Spuren in der Natur, wird in optoelektrischen Atomfallen untersucht.

DIE 18 GRUPPEN DES PERIODENSYSTEMS DER ELEMENTE Jede Spalte des Periodensystems bildet eine Gruppe. Die Metalle stehen links und in der Mitte des Periodensystems. Nach rechts nimmt der metallische Charakter ab. In der ersten Spalte finden sich direkt unter dem Wasserstoff die weichen und leichten **Alkalimetalle.** Sie geben gerne ein Elektron ab, oxidieren schnell an Luft und reagieren heftig mit Wasser. Als positiv geladene Ionen stecken sie in vielen Salzen, zum Beispiel in Kochsalz (Natriumchlorid). **Erdalkali**metalle füllen die zweite Spalte, haben für potenzielle Bindungspartner gleich zwei Elektronen übrig und bilden ebenfalls zahlreiche Salze. Die Übergangselemente (Gruppe 3 bis 12) sind samt und sonders Metalle. darunter Klassiker wie Eisen, Kupfer und das Edelmetall Gold. Auch die etwa kommt auf der Erde häufiger vor als das

schnell, andere können sehr langlebig sein. In den Gruppen 13 bis 15 nimmt der metallische Charakter ab. Die **Bor-Gruppe** (13. Gruppe) enthält ein Halbmetall und vier Metalle. Prominentester Vertreter: das Leichtmetall Aluminium. das nur dank einer dichten Oxidschicht an der Oberfläche nicht korrodiert. In der Kohlenstoff-**Gruppe** (14) findet sich der wohl bekannteste Halbleiter Silizium. Auch in der Stickstoff-Gruppe sind noch ein Halbmetall und zwei Metalle zu Hause. Metallfrei ist dann die sechzehnte Gruppe: Die Elemente der Chalkogene (Erzbildner) streben danach, sich durch die Aufnahme von zwei zusätzlichen Elektronen zu optimieren. Berühmtestes Reaktionspaar: Sauerstoff und verschmelzen. Noch elektronenhungriger sind die **Halogene** (17. Gruppe). Lanthanoide sind Metalle, sogenannte Seltenerd- jeweils nur ein einziges Elektron. Deshalb metalle. Gleichwohl sind sie, anders als der Name stecken sie als negativ geladene Ionen in vermuten lässt, gar nicht mal so selten. Neodym vielen Salzen, bilden etwa Chloride, Fluoride und Jodide. Die **Edelgase** aus der benachbarten

m Anfang stehen ein Proton und ein Elektron, harmlose Teilchen. Sie bilden zusammen Wasserstoff, ein Gas, leichter als Luft, das einfach in Lden Himmel steigt und verschwindet. Ein Proton mehr, und man erhält Helium, mit diesem Gas füllt man Luftballons beim Kindergeburtstag. Noch ein Proton dazu, und man ist beim Lithium bei etwas ganz anderem: Das Leichtmetall ist leicht entzündlich und ätzend zugleich beugt es bei bipolaren Erkrankungen dem Suizid vor. Auf den ersten Blick ist das Periodensystem

der Elemente dröge, beim genauen Hinsehen fasziniert es, wie kleinste Umbauten im Atom zu neuen Eigenschaften führen - die manchmal auch faszinierend gefährlich sind. Geht man etwa in der zweiten Reihe weiter nach rechts, finden sich das giftige Beryllium und Fluor: toxisch, ätzend, brandgefährlich. Die Gefahren in dieser Reihe lassen sich viel-

leicht noch bändigen, spätestens in der dritten wird es tödlich. Natrium reagiert noch heftiger als Lithium, das direkt in der Reihe drüber liegt. Phosphor wird in Brandbomben gefüllt. Und Chlorgas, das schwerer ist als Luft und deshalb zu Boden sinkt, wurde erstmals im Ersten Weltkrieg zur brutalen Waffe. In der fünften Reihe kommt die Radioaktivität hinzu. In den Reihen sechs und sieben darunter ist es noch ungemütlicher. Kaum zu glauben, dass eine Welt, die aus solchen Elementen besteht, auch das Leben hervorgebracht hat.

Es ist kein Zufall, dass Elemente mit ähnlichen Eigenschaften oft direkt übereinander in derselben Spalte stehen. Nur durch diese Regelmäßigkeit kam Johann Wolfgang Döbereiner im Jahr 1816 der Ordnung auf die Spur, die den Bausteinen der Welt innewohnt. Dem gelernten Apotheker, einem Freund Goethes, war aufgefallen, dass Barium, Strontium und Calcium um. 1829 veröffentlichte er das erste Ordnungssystem der chemischen Elemente.

erst 52 der heute 118 Bausteine der Welt bekannt. Das gelang erst in den 1860er-Jahren Element, Wasserstoff mit der Ordnungszahl 1, Physiker eine Probe des ebenfalls künstlichen und die Tiere, nur aus Sternenstaub.

tent. Einsatz in der Raumfahrt.

ei Rennräder und künstlichen

Gelenken. Bestandteil weißer

in Nuklearreaktoren, in feuerfes-

ten Ziegelsteinen, Leuchtkugeln

von Zirkonen.

22 V

⊿ 21 Ti

Neiches und leichtes Metall, ge-

legierungen etwa für Rennrädern.

hört zu den Seltenen Erden.

findet sich in Aquamarinen.

Weiches Metall. Bestandteil von

Leuchtstoffen, wird für manche

Actinoide

Bestandteil von Aluminium-

Alles. was es

Silber und Gold, Promethium und Astat manche Elemente sind wohlbekannt, andere ziemlich obskur. Doch man braucht sie alle für die Welt, wie wir sie kennen

> TEXT: HANNO CHARISIUS ILLUSTRATIONEN: STEFAN DIMITROV

> > **24**

74

Mangan

lartes Metall. In robustem Stahl

für Baggerschaufeln, Schienen,

Pflüge und Äxte, lebenswichtiges

standteil von Batterien,

Technetium

Rhenium

Bohrium

Dichtes Metall mit

hohem Schmelzpunkt.

Labordraht, elektrischen

Triebwerken, in Heizelementen.

Kontakten und Katalysatoren.

Elnsatz bei Raketen-

Nur in Spuren auf der Erde, aber

Dient als diagnostischer Tracer in

25

Mittelhartes Metall, magnetisch

zum größten Teil aus Eisen,

für Gerüste und Fahrzeuge,

dem russischen Chemiker Dmitrij Mendelejew die auch die Zahl der positiv geladenen Protound dem Deutschen Julius Meyer, die unabhännen im Atomkern angibt. Unten rechts Oganeste darüber hinaus wurden bislang nur von Mengig voneinander das Periodensystem entwi- son, mit der Ordnungszahl 118 das bislang schengemacht. Das gilt zumindest für das Sonckelten, das die meisten Menschen aus ihrem schwerste Atom. In der Natur kommt es nicht nensystem. Aber es ist unwahrscheinlich, dass ehemaligen Klassenzimmer kennen. Wobei man eigentlich eher von einer Entde- Sekundenbruchteile herstellen. Oganesson stätten dieser superschweren Elemente existie-

ckung sprechen sollte, denn die Ordnung ist hat mit einer Halbwertszeit von 0,89 Millise- ren. Als Faustregel gilt: je höher die Ordnungs-"von der Natur vorgegeben", sagt Carola Pom- kunden ein sehr kurzes Leben. plun vom GSI Helmholtzzentrum für Schwerio-Carola Pomplun vergleicht ein solches Expenenforschung in Darmstadt, mit dessen Teilriment mit dem Versuch, einen Kirschkern auf einander ähneln und sortierte sie in eine Grup- chenbeschleuniger Wissenschaftler versu- einem Fußballfeld mit einem weiteren Kirsch- Urknall da und haben sich dann im Weltall verpe, die er "Triade" nannte. In den folgenden chen, neue chemische Elemente herzustellen. kern zu treffen, wobei sich das Projektil mit teilt. Am Anfang gab es nur die leichten Atome Jahren fand er weitere Dreiergruppen – etwa So einen Ordnungssinn kennt man eigentlich zehn Prozent der Lichtgeschwindigkeit be- Wasserstoff und Helium. Alle schweren Ele-Chlor, Brom, Jod und Lithium, Natrium, Kali-gar nicht aus der Natur. 118 Elemente, fein säu-wegt. Die Energie der Partikel muss hoch sein, ment entstanden durch Kernreaktionen in den berlich durchnummeriert, sortieren sich in sie- denn die Kerne sind positiv geladen und sto- Sternen oder indem bestehende Atome Eleben Reihen (oder Perioden) mit regelmäßig wie- ßen sich ab wie zwei gleich gepolte Magneten. mentarteilchen einfingen, die zum Beispiel ein Döbereiner konnte jedoch viele Elemente derkehrenden ähnlichen Eigenschaften. Das Deshalbist die Gewalt eines Teilchenbeschleu- explodierender Stern herausschleuderte. So nicht richtig einsortieren, außerdem waren zumindest hatte Döbereiner richtig erkannt. nigers nötig, um die Atomkerne zu vereinen. gesehen besteht alles auf der Erde, die Brand-Oben links steht das leichteste, einfachste Um Oganesson herzustellen, beschossen

23

Hartes Metall. Einsatz als wider-

standsfähiger Stahl für Gerüste,

Fahrzeuge, Federn, Antriebsy

und Werkzeuge. Bestandteil

nicht-korrodierendes Metall.

Stählen etwa für Gasturbinen.

⊿ 73

□ 72 Ta

Chrom

Hartes und glänzendes Metall

etwa für Besteck, Heizkörper,

Zierleisten an Autos.

Molybdän

Wolfram

Metall mit dem höchsten

Glühfäden von Lampen,

Schmelzpunkt, sehr dicht. In

Schneidegeräten, Schleifmitteln

Bestandteil von rostfreien Stählen

indet sich in Farben, Tonbändern,

Elements Californium (Ordnungszahl 98) mit Calcium-Ionen (Ordnungszahl 20). Das ergibt zusammen die 118 Protonen des Oganesson-Atoms. Große Mengen der neuen Materie entstehen auf diesem Wege nicht, sagt Pomplun. "Man kann die Zahl der Atome, die bei so einer Kollision entstehen, an zwei Händen abzählen."

Eigentlich müsste es eine weitere Insel der Stabilität geben, so um das Element 164 herum

Berechnungen zufolge könnte es auch noch eine achte Periode geben. Die Elemente 120 und 126 könnten sogar deutlich stabiler sein als ihre direkten Nachbarn, möglicherweise mehrere Jahre. Der russische Kernphysiker Juri Oganesjan, dessen Team im Jahr 2006 zum ersten Mal das Element 118 erschuf, glaubt sogar an eine weitere "Insel der Stabilität" um das Element 164 herum. Doch um die zu erreichen – falls es sie überhaupt gibt – müssten er und seine Kollegen nicht nur die Natur der Materie noch besser verstehen, sondern auch noch deutlich stärkere Teilchenbeschleuniger

Bislang ist das Spekulation. Doch Kernphysiker haben bereits viele Elemente des Periodensystems künstlich erschaffen. Die Liste der natürlich vorkommenden Elemente endet bei der Ordnungszahl 94, Plutonium. Alle Elemenvor, Kernphysiker können es nur im Labor für irgendwo im Universum bedeutsame Lagerzahl, desto seltener das Element.

Das hängt mit der Entstehung der Elemente zusammen. Die waren nicht plötzlich mit dem bomben und die Luftballons, die Menschen

Hartes und magnetisches Metall.

hartes und glänzendes Metall.

Für Laborutensilien, Reflektoren,

□ ₩ 77 Pt

⊕×109 **D**S

Fester Stahl für

Vitamin B 12.

Iridium

Nicht-korrodierendes

das dichteste Element).

Stiftspitzen und Nadeln.

Meitnerium

Benannt nach der

□ ⊕×61 Sm

österreichisch-schwedischen

Physikerin Lise Meitner.

hartes Metall (neben Osmium

In Laborutensilien, Zündkerzen,

, 🗆 ≌ 76 📗 🛛 🕶

hartes Metall mit hohem Schmelz-

punkt, dichtestes Metall (gemein-

sam mit Iridium), in elektrischen

Kontakten, Stiftspitzen, Nadeln,

Fingerabdruck-Puder.

Hassium

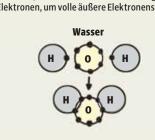
Benannt nach Hessen

dem Sitz der Gesellschaft für

Schwerionenforschung.

die aus zwei oder mehreren chemisch gebundenen Elementen besteht.





Kovalente Bindun Atome teilen Ionen ziehen sich an.



nen bewegen sich frei leiten so Hitze und



Lanthanoide (seltene Erdmetalle

Liegt als harter Diamant oder weiches Graphit vor. Basis der organischen Moleküle des Lebens von Tieren und Pflanzen, Kohlendioxid, Holz, Papier, Stoff, Plastik, Kohle und Erdö

Der Aufbau des Periodensystems

Phosphor Silizium Hartes Halbmetall. In Quarz, Granit, Sand, Erde, Lehm.

Keramik, Glas und Kieselgel, Einsatz in Halbleitern, Solarzellen und

Nicht-korrodierendes, weiches

nicht-korrodierendes Metall.

Kristallglas, Einsatz im

Flerovium

Benannt nach Georgi Nikolajewitsch

Fliorow, dem Leiter des russischen

Forschungszentrums in Dubna.

giftig. Für Gewichte, Dichtungen,

Batterien, Gewehrkugeln, und

↔ × 114

Metall. Bestandteil von Konserven-

dosen und Bronze, in Pestiziden,



Arsen

Sprödes Halbmetall.

und kleineren Lasern.

Härtungsmittel für Blei,

Brandschutz.

in Batterien, Geschosskugeln,

Halbleitern, Fotozellen und

niedrigem Schmelzpunkt.

Pigmenten, Einsatz in

Sprinkleranlagen.

der Stadt Moskau.

Dient als Lot, in kosmetischen

83

⊕×115 Lv

68

008

natürliches Vorkommen

□ † 15 **C**

Sauerstoff

Schwefel

Farbloses Gas. Macht 21 Prozen

der Luft aus, Teil des Wassermole-

Hälfte der Erdkruste besteht aus

ihm, in Mineralien und Oxiden.

küls. in organischen Molekülen, die

Name

Stickstoff

Farbloses Gas. Macht 78 Prozent

der Luft aus, Bestandteil organi-

DNA, in Ammoniak, Dünger,

scher Moleküle, Proteine, Muskeln

Sprengstoff (TNT) und Kühlmitteln.



in rotem Glas, Schuppenshampoos und Gummi. **51**



Legierungen, Halbleitern, chen Kühlgeräten und

⊕×116 Ts

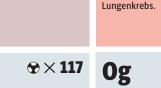














optischem Glas für Teleskope, kulare und Kameralinsen, in

Rutherfordium

Benannt nach dem britischen

Physiker Ernest Rutherford.











zentrums in Dubna.







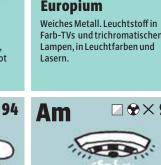










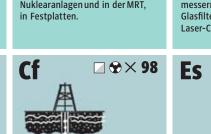






Weiches und magnetisches Me-





Weiches Metall, Verwendung in Infrarot-Lasern, Entfernungsmessern, Festplatten und gelben llasfiltern. Einsatz in der Laser-Chirurgie.

Weiches Metall. In Glasfasern. Sonnenbrillen und rosa Glas, Einsatz in Signalverstärkern, Infrarotasern und der Laser-Chirurgie. $\square \mathfrak{S} \times 99$ Fm $\square \mathfrak{S} \times 100$ Md $\square \mathfrak{S} \times 101$ No



Radioaktiv, langlebig. Das erste

entdeckte radioaktive Element.

geringe Spuren in der Natur.

Livermonium

amerikanischen Lawrence

Livermore National Laboratory.

Benannt nach dem

Verwendung in antistatischen

Bürsten, Bestandteil von Tabak.



69



Tennessine

Benannt nach dem US-Bundes-

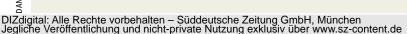
staat Tennessee, wo mehrere

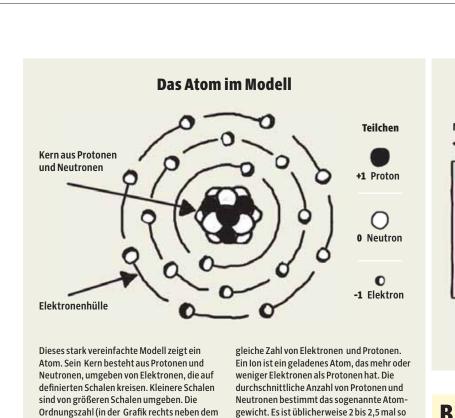
Physik-Labore ansässig sind.





Lawrecium dem Erfinder eines der ersten





groß wie die Ordnungszahl. Ein Element ist eine Substanz, die aus einem oder mehreren Atomen mit der gleichen Ordnungszahl gemacht ist. Eine Verbindung ist eine Substanz,

Hartes, schwarzes und festes Material. Bestandteil von Dünger. Kosmetika und hitzeresis tentem Borosilikat-Glas, in steifen Fasern etwa für Sport-Ausrüstung,



Leichtes, nicht-korrodierendes Me tall. Verwendet für Küchenutensilien, Dosen, Folien, Autos, Flugzeuge und Fahrräder. Bestandteil von Feldspat, Granit, Lehm, Keramik,



Germanium Weiches Metall, schmilzt Sprödes Halbmetall. Für Halbleiter, Transistoren Gleichrichter, Dioden, Fotozellen und Linsen.

2 81 Pb





Weiches Metall mit niedrigem

Schmelzpunkt, giftig. In Quecksil-

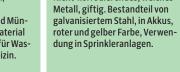
ber-Legierungen, Niedrigtempe-

ratur-Thermometern, Unterwas-

ser-Lampen, Spezialgläsern und



80 T



Quecksilber

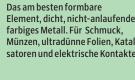
Flüssiges, toxisches Metall, Für

Thermostate, Straßenlampen und

Thermometer, Barometer,















♀×112 Nh





⊕×113 F

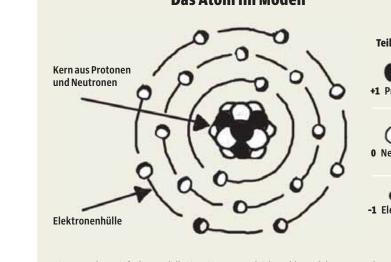


67

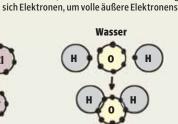
Fermium

Mendelevium

Nobelium



Elementnamen) gibt die Zahl der Protonen im Atom an, sie bestimmt die chemischen Eigenschaften und die Stellung im Periodensystem. Protonen sind positiv elektrisch geladen, Neutronen sind neutral und Elektronen negativ geladen. Normalerweise haben Atome die



Ein Atom nimmt ein Elektron eines anderen Atoms auf, entgegengesetzt geladene

Metall. Bestandteil von rostfreiem

eizkörpern, Münzen und Akkus,

Stahl für Küchengeräte, in

Verarbeitung von Fetten.

Darmstadtium

Benannt nach dem Sitz der

Gesellschaft für Schwerionen-





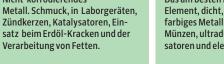














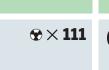


Röntgenium

dem Entdecker der

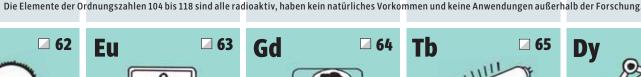
Röntgenstrahlen.

Benannt nach Konrad Röntgen,













Californium Mineral-Analysegeräten, Bestand teil von radioaktiven Abfällen.

Einsteinium

Physiker Albert Einstein.





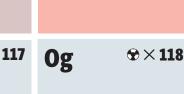


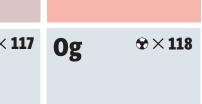




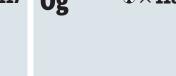






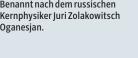










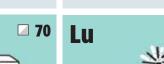








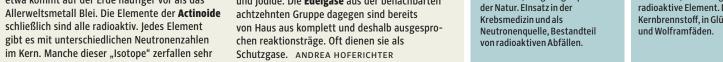




Lutetium

Weiches Metall. In Glasfasern. Signalverstärkern, infraroten lasfaser-Lasern und rostfreien

Seltene Erde. Einsatz in der foto-







58

Sg





Weiches Metall. In starken Magneten, Elektromotoren. Lautsprechern, Kopfhörern,

verwendet in Nuklearwaffen und

panzer-brechenden Geschossen.

















der Natur gefunden. Keine

gefunden. Einsatz in wissenschaft

Chemiker und Erfinder des Perio-