

# PERIODENSYSTEM DER KRITISCHEN ELEMENTE

MOVUM AUSGABE 3/2016 "RESSOURCEN UND MACHT", WWW.MOVUM.INFO

Konzeption: KAI NIEBERT, DANIEL HISS  
Umsetzung: KALISCHDESIGN.DE

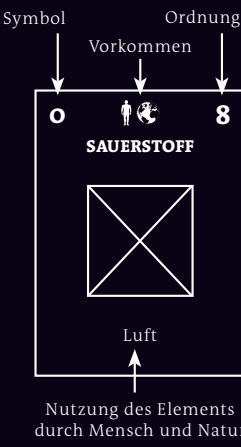
Rohstoffe sind die Grundlage unseres Wohlstands. Doch schon heute ist ein Kampf um seltene und wertvolle Elemente entbrannt: Besonders für Zukunftstechnologien wie die erneuerbaren Energien und die High-Tech-Industrie werden seltene Elemente immer knapper. Wir geben eine Übersicht, wofür wir welche Elemente brauchen und welche Konflikte und Machtfragen schon heute mit ihrer Produktion verbunden sind.

Quellennote:  
Die Quellen für diese Infografik sind auf den jeweiligen Feldern in der PDF-Version (www.movum.info) verlinkt.

## LEGENDE FÜR DIE ELEMENTEN-SYMBOLIK

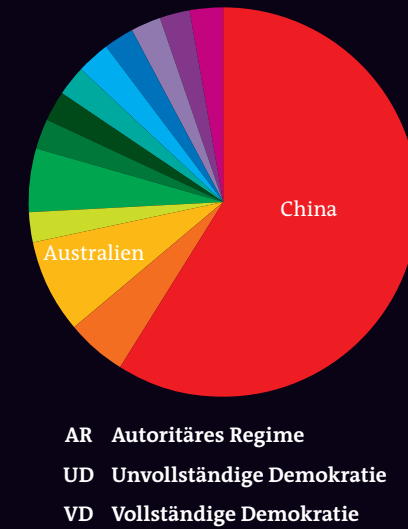
- Menschlicher Körper**  
Die zehn häufigsten Elemente gemessen am Gewicht.
- Erdoberfläche**  
Die zehn häufigsten Elemente gemessen am Gewicht.
- Magnetisch**  
Bei Raumtemperatur magnetische Elemente.
- Edelmetalle**  
Besonders korrosionsbeständige Metalle.
- Radioaktiv**  
Alle Isotope dieser Elemente sind radioaktiv.
- Nur kleine Mengen in der Natur vorhanden**  
Alle Isotope dieser Elemente sind radioaktiv.
- In der Natur nicht vorhanden**  
Alle Isotope dieser Elemente sind radioaktiv.

## INFOS IM PERIODENSYSTEM



## WO WERDEN DIE RESSOURCEN PRODUZIERT?

Risiko	Demokratie-Index	Land
AR	China	China
UD	Südafrika	Südafrika
VD	Australien	Australien
AR	DR Kongo	DR Kongo
UD	Chile	Chile
VD	USA	USA
AR	Ruanda	Ruanda
UD	Brasilien	Brasilien
UD	Mexiko	Mexiko
VD	Japan	Japan
AR	Kasachstan	Kasachstan
AR	Russland	Russland
UD	Indonesien	Indonesien



AR Autoritäres Regime  
UD Unvollständige Demokratie  
VD Vollständige Demokratie

Auswertung von 39 Elementen, die von (wachsender) wirtschaftlicher Bedeutung sind, nach den Hauptförderländern. Die Grafik zeigt, wie häufig ein Land Weltmarktführer in der Produktion eines Elements oder einer Elementengruppe ist, und gibt eine Einordnung des jeweiligen Herkunftslands anhand des Demokratie-Index (The Economist) und des Länderindex nach politischer Stabilität und der Abwesenheit von Gewalt/terrorismus (Weltbank).

- hohes Risiko
- mittleres Risiko
- geringes Risiko



### ZINN (Sn, 50):

Zinn ist ein Konfliktmineral, in vielen Abbauregionen finanziert der Zinn-Abbau bewaffnete Konflikte. Zinn wird in Kleinstbergbau oder teils illegalem Kleinstbergbau gewonnen. Gerade der illegale Kleinstbergbau hat aufgrund mangelnder Umwelt- und Sozialstandards negative Folgen für Mensch und Natur.

### SELTENE ERDEN:

Seltene Erden sind nicht zwangsläufig selten, die Produktion konzentriert sich derzeit allerdings zu 95 Prozent auf China. Sie sind ein Nebenprodukt der Eisenerz-, Schwermetalle- und Zinn-Produktion. Der Produktionsprozess, bei dem radioaktive Substanzen freigesetzt werden, ist extrem wasserintensiv und umweltbelastend.

### PLATIN (Pt, 78):

2012 wurden bei einem Streik in einer südafrikanischen Platinmine über 30 Bergarbeiter niedergeschossen. Weder die zuständige Bergbaufirma noch der Hauptkunde BASF haben Verantwortung für die Vorfälle übernommen. Die Hinterbliebenen warten bis heute auf einen Schadensausgleich.

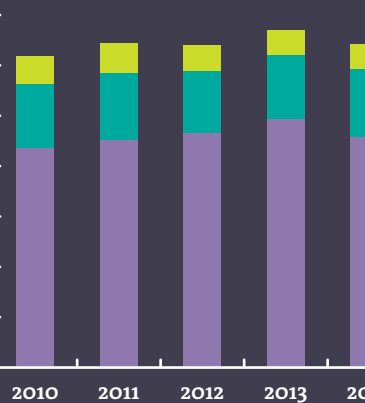
## MINERALIEN SIND NICHT ERNEUERBAR:

Mineralien haben sich innerhalb von Milliarden Jahren gebildet. Sie sind somit in menschlichen Dimensionen nicht erneuerbar. Um dennoch zukunftsfähig zu wirtschaften, gibt es drei Grundsätze: Da ein 100-prozentiges Recycling physikalisch unmöglich ist, müssen wir lernen, weniger seltene Ressourcen zu verwenden und Alternativen zu nutzen.

## WACHSENDE ROHSTOFFHUNGER, STEIGENDE ABHÄNGIGKEIT

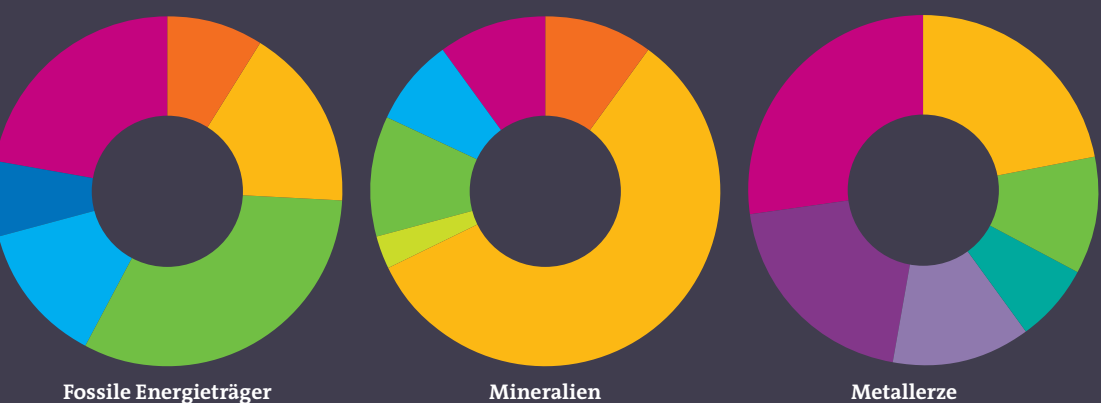
Zwar sind Rohstoffverbrauch und Wirtschaftswachstum in Deutschland bereits relativ entkoppelt, der Ressourcenverbrauch ist aber nach wie vor extrem hoch und steigt sogar weiter. Der Ausbau CO<sub>2</sub>-freier Energien verschiebt die Ressourcenlast kurzfristig von den fossilen Energierohstoffen hin zu Metallen und Mineralien. Das erhöht die Importabhängigkeit Deutschlands von wenigen, teils autoritären Staaten, die über die größten Vorkommen und Produktion der wichtigen industrierohstoffe verfügen. Schon jetzt übersteigt der deutsche Rohstoffkonsum die Eigenentnahme an Rohstoffen um ein Vielfaches.

## DEUTSCHE ROHSTOFFIMPORTE VON 2010 BIS 2014



## GEFÄHRLICHE ROHSTOFFMONOPOLE

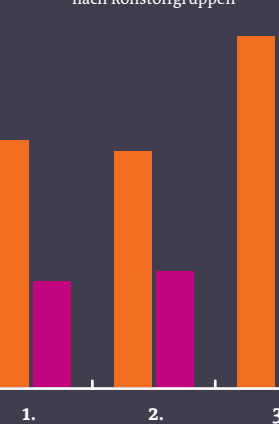
Die Vorkommen und der Abbau wichtiger Industrierohstoffe konzentrieren sich häufig auf nur wenige Abbau- und Produktionsländer. Entsprechend konzentriert sich auch die deutsche Importabhängigkeit auf wenige Staaten oder Regionen. Besonders kritisch ist diese Abhängigkeit beispielsweise bei Seltenerdmetallen, hier stammen 95% der weltweiten Produktion aus China.



## RAUS AUS DER ABHÄNGIGKEIT

Inbesondere bei Metallrohstoffen und einzelnen Industriemineralien ist Deutschland sehr stark oder vollständig von Importen abhängig. Das bedeutet große Unsicherheit für die Wirtschaft, aber auch für den Schutz von Umwelt und Menschenrechten in den Abbaustaaten. Konsequentes Recycling und Kreislaufwirtschaft sowie sparsame und effiziente Nutzung von Rohstoffen sind der Schlüssel, um Abhängigkeiten und Unsicherheiten zu verringern.

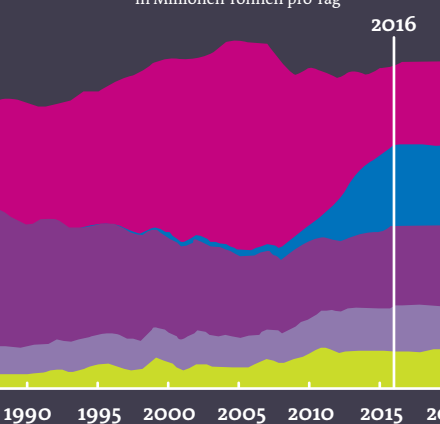
## ANTEIL DER IMPORTE AM ROHSTOFFKONSUM



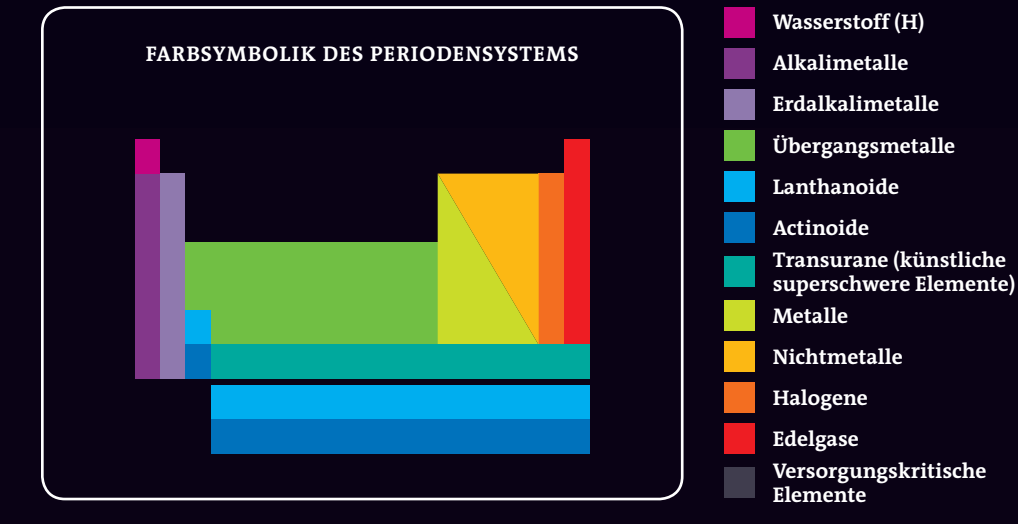
## ENDE DES ERDÖLZEITALTERS?

Das Hoch der Öl-Produktion in den USA, das durch den Fracking-Boom der 2000er Jahre ausgelöst wurde, war nur von kurzer Dauer. Die Ölförderung hat dort ihren Höhepunkt bereits 2010 erreicht. Auch konventionelle und gefährliche Fördererfahren führen in eine energiepolitische Sackgasse.

## BENÖTIGTE FLÜSSIGE BRENNSTOFFE IN DEN USA



PERIODEN	ALKAЛИMETALLE GRUPPE 1	ERDALKALIMETALLE GRUPPE 2	ÜBERGANGSMETALLE	BOR GRUPPE 13	KOHLENSTOFF GRUPPE 14	STICKSTOFF GRUPPE 15	CHALKOGENE GRUPPE 16	HALOGENE GRUPPE 17	EDELGASE GRUPPE 18
1	H WASSERSTOFF 1	Li LITHIUM 3, Be BERILLIUM 4	B BOR 5, C KOHLENSTOFF 6, N STICKSTOFF 7, O SAUERSTOFF 8	Ne NEON 10	He HELIUM 2				
2	Na Natrium 11, Mg Magnesium 12	K Kalium 19, Ca Calcium 20	Sc Scandium 21, Ti Titan 22, V Vanadium 23, Cr Chrom 24, Mn Mangan 25, Fe Eisen 26, Co Kobalt 27, Ni Nickel 28, Cu Kupfer 29, Zn Zink 30	Al Aluminium 13, Si Silicium 14, P Phosphor 15, S Schwefel 16, Cl Chlor 17, Ar Argon 18					
3	Rb Rubidium 37, Sr Strontium 38	Yttrium 39, Zirkon 40, Niob 41, Molybdän 42, Technetium 43, Ruthenium 44, Rhodium 45, Palladium 46, Silber 47, Cadmium 48, Indium 49, Zinn 50, Antimon 51, Tellur 52, Iod 53, Xenon 54	Ga Gallium 31, Ge Germanium 32, As Arsen 33, Se Selen 34, Br Brom 35, Kr Krypton 36						
4	Cs Cäsium 55, Ba Barium 56	Hf Hafnium 72, Ta Tantal 73, W Wolfram 74, Re Rhenium 75, Os Osmium 76, Ir Iridium 77, Pt Platin 78, Au Gold 79, Quecksilber 80, Thallium 81, Pb Blei 82, Bi Bismut 83, Po Polonium 84, At Astat 85, Rn Radon 86	La Lanthan 57-71, Ce Cer 58, Pr Praseodym 59, Nd Neodym 60, Pm Promethium 61, Sm Samarium 62, Eu Europium 63, Gd Gadolinium 64, Tb Terbium 65, Dy Dysprosium 66, Ho Holmium 67, Er Erbium 68, Tm Thulium 69, Yb Ytterbium 70, Lu Lutetium 71						
5	Fr Francium 87, Ra Radium 88	Rf Rutherfordium 104, Db Dubnium 105, Sg Seaborgium 106, Bh Bohrium 107, Hs Hassium 108, Mt Meitnerium 109, Ds Darmstadtium 110, Rg Roentgenium 111, Cn Copernicium 112, Nh Nihonium 113, Fl Flerovium 114, Mc Moscovium 115, Lv Livermorium 116, Ts Tennessin 117, Og Oganesson 118	Ac Actinoiden (Metalle)						
6			La Lanthan 57, Ce Cer 58, Pr Praseodym 59, Nd Neodym 60, Pm Promethium 61, Sm Samarium 62, Eu Europium 63, Gd Gadolinium 64, Tb Terbium 65, Dy Dysprosium 66, Ho Holmium 67, Er Erbium 68, Tm Thulium 69, Yb Ytterbium 70, Lu Lutetium 71						
7			Ac Actinoiden (Metalle)						



## EINGESetzte ELEMENTE IN DER ENERGIENUTZUNG

Jahr	1700	1800	1900	2000
C	Ca	Ca	Ca	Ca
Fe	Fe	Fe	Fe	Fe
Mn	Mn	Mn	Mn	Mn
Pb	Pb	Pb	Pb	Pb
Sn	Sn	Sn	Sn	Sn
W	W	W	W	W
Al	Al	Al	Al	Al
Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
Ni	Ni	Ni	Ni	Ni
Pt	Pt	Pt	Pt	Pt
Si	Si	Si	Si	Si
Th	Th	Th	Th	Th
Ti	Ti	Ti	Ti	Ti
V	V	V	V	V
Ag	Ag	Ag	Ag	Ag
Cd	Cd	Cd	Cd	Cd
Ga	Ga	Ga	Ga	Ga
K	K	K	K	K
Li	Li	Li	Li	Li
Nb	Nb	Nb	Nb	Nb
P	P	P	P	P
Re	Re	Re	Re	Re
Rh	Rh	Rh	Rh	Rh
Ta	Ta	Ta	Ta	Ta
Tc	Tc	Tc	Tc	Tc
U	U	U	U	U
Ru	Ru	Ru	Ru	Ru

**1700:**  
Wind, Sonne, Wasser, Holzkohle und Muskelkraft waren die bekannten Energieformen, der Ressourcenverbrauch der Menschen in der Energienutzung war entsprechend gering.

**1800:**  
Die industrielle Revolution kurbelte auch den Ressourcenverbrauch massiv an: Kupfer und Zinn waren Rohstoffe für Maschinenwerkzeuge, Kohle war der Treibstoff der industriellen Revolution, für die Stahlproduktion wurden Mineralien wie Chrom und Magnesium wichtig.

**1900:**  
Die Erfindung des Verbrennungsmotors läutete das Zeitalter des Öls ein und ist der Startpunkt für die Massenproduktion Kohlenwasserstoff-betriebener Fahrzeuge.

**2000:**  
Die Dekarbonisierung erfordert eine Elektrifizierung aller Wirtschaftssektoren auf Basis CO<sub>2</sub>-freier Energieträger. Die Ressourcenlast verschiebt sich hin zu Metallen und Erzen, die für Hochleistungstechnologien notwendig sind.

**ALUMINIUM (Al, 13):**  
Grundlage für die Herstellung von Aluminium ist in erster Linie das Aluminiumerz Bauxit, 91,6 Prozent der deutschen Bauxit-Importe kamen 2014 aus Guinea, dem Land mit den weltweit größten Bauxit-Reserven. Die Bevölkerung profitiert allerdings nicht vom Rohstoffreichtum des Landes, da der Bergbau fast in der Hand ausländischer Investoren und Konzerne ist.

**KUPFER (Cu, 29):**  
Kupfer ist die Basis nahezu aller elektronischen Geräte und ist aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Kupfer lässt sich sehr gut ohne Qualitätsverlust recyceln, allerdings ist die Recyclingquote für Kupfer in Deutschland rückläufig.

**TANTAL (Ta, 73):**  
Tantal wird vor allem in Ruanda, Brasilien, DR Kongo, Äthiopien und Nigeria abgebaut. Tantal gilt als Konfliktmineral, da es im Zusammenhang mit der Finanzierung bewaffneter Konflikte im Osten der DR Kongo steht.