

**Zeitschrift:** Energie & Umwelt : das Magazin der Schweizerischen Energie-Stiftung SES  
**Herausgeber:** Schweizerische Energie-Stiftung  
**Band:** - (2012)  
**Heft:** 1: Energierohstoffe

**Artikel:** Endliche Rohstoffe : Seltene Erden  
**Autor:** Kuhn, Dieter  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-586060>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 11.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Endliche Rohstoffe – Seltene Erden

**Mastschweine wachsen schneller, wenn sie täglich eine geringe Menge «Seltene Erden» zu fressen bekommen. Seltene Erden werden als Druckmittel bei internationalen Konflikten eingesetzt. Und Seltene Erden sind gar nicht so selten – aber extrem schwer in reiner Form zu gewinnen.**

<b>La</b> 57 138,9055 5d <sup>6</sup> s <sup>2</sup> Lanthanum	<b>Ce</b> 58 140,116 4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> Cerium	<b>Pr</b> 59 140,90765 4f <sup>3</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> Praseodymium	<b>Nd</b> 60 144,24 4f <sup>4</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> Neodymium	<b>Pm</b> 61 [145] 4f <sup>5</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> Promethium	<b>Sm</b> 62 150,36 4f <sup>5</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> Samarium	<b>Eu</b> 63 151,964 4f <sup>6</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> Europium	<b>Gd</b> 64 157,25 4f <sup>7</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> Gadolinium	<b>Tb</b> 65 158,92534 4f <sup>7</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> Terbium	<b>Dy</b> 66 162,50 4f <sup>9</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> Dysprosium	<b>Ho</b> 67 164,93032 4f <sup>9</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> Holmium	<b>Er</b> 68 167,26 4f <sup>10</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> Erbium	<b>Tm</b> 69 168,93421 4f <sup>10</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> Thulium	<b>Yb</b> 70 173,04 4f <sup>14</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> Ytterbium	<b>Lu</b> 71 174,967 4f <sup>14</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> Lutetium
---	--	--	--	--	---	--	---	---	---	---	--	--	---	---



Von DIETER KUHN

SES-Vizepräsident / Physiker, dieter.kuhn@kzu.ch

In wohl jedem Unterrichtszimmer für Chemie hängt ein «Periodensystem der Elemente (PSE)» an der Wand<sup>1</sup>. Dabei dient die Ordnungs- oder Kernladungszahl Z, die bei natürlich vorkommenden und stabilen Elementen von 1 bis 92 geht, zur groben Sortierung und Namensgebung. Die Elemente mit Z zwischen 57 (Lanthan) und 71 (Lutetium) heissen Lanthanoide, sind Metalle und werden als «Seltene Erden» bezeichnet.

## Gar nicht so selten, aber in geringer Konzentration

Seltene Erden sind gar nicht so selten wie der Name suggeriert. Aber sie treten stets nur in geringer Konzentration auf, und es gibt keine reichen Lagerstät-

ten. Die erwähnten Mineralien Monazit und Bastnäsit sind in anderes Gestein eingesprengt oder liegen als Sande in mechanischem Gemenge mit anderen Mineralien vor. So oder so sind also Anreicherungsverfahren nötig. Das heute am meisten eingesetzte Verfahren ist eine Kombination von Ionenaustausch und Komplexbildung. In jedem Fall birgt der Einsatz von Chemikalien zur Flotation<sup>2</sup> grosse Risiken für die Umwelt (Einträge ins Grundwasser, Versagen von Dämmen von Absetzbecken, Staubemissionen, usw.). Seltene Erden werden z.B. bei Windkraftanlagen für Permanentmagnete (Neodym) gebraucht, die in den Generatoren eingebaut sind. Aber auch die Steuerstäbe von AKW-Reaktoren enthalten mit Europium ein Metall der Seltenen Erden. Und bei der Handyherstellung kommen sie als Leuchtmittel oder in Displaygläsern zum Einsatz, werden aber auch in Mikrofonen, Lautsprechern und magnetischen Datenspeichern verarbeitet (siehe Textbox S. 13).

## Eine bis vor kurzem kaum beachtete Element-Gruppe

Die «Seltene Erden» sind silbrig-glänzende, relativ weiche und reaktionsfähige Metalle. Mit Wasser oder verdünnten Säuren reagieren sie unter Wasserstoffbildung. Man unterscheidet die leichteren «Cerit-Erden» (Cerium, Praseodym, Neodym, Promethium, Samarium, Europium, Gadolinium) und die schwereren «Ytter-Erden» (Terbium, Dysprosium, Holmium, Erbium, Thulium, Ytterbium, Lutetium). Es gibt über hundert Mineralien, die Seltene Erden enthalten; aber nur zwei sind bezüglich Häufigkeit wichtig: Bastnäsit und Monazit enthalten bevorzugt Cerit-Erden. Die Ytter-Erden findet man in den sehr seltenen Mineralien Gadolinit oder Xenotim.

Wegen ihrer grossen Ähnlichkeit untereinander treten die Seltenen Erden immer gemeinsam auf. Sie können sich gegenseitig sehr gut ersetzen, können aber kaum andere Elemente ersetzen. Ausnahmen sind Cerium und Europium: Ce<sup>(4+)</sup> kann Uran oder Thorium ersetzen, und Eu<sup>(2+)</sup> kann Strontium oder Blei ersetzen. Obwohl Seltene Erden Schwermetalle sind, konnte eine Toxizität (wie sie für Schwermetalle typisch ist) bisher nicht schlüssig nachgewiesen werden.

## Abbau, Export und Import

Bekannt ist, dass China nahezu das weltweite Monopol für Seltene Erden hat: China fördert über 95% der weltweiten Vorkommen, verfügt aber nur über 38% der Reserven. Andere wichtige Reserven befinden sich in der ehemaligen Sowjetunion (19%), in den USA (13%), in Australien (5%) und in Indien (3%). Zu den wichtigsten Importeuren von Seltenen Erden gehören Europa, die USA und Japan. Europäische Hauptimporteure sind Frankreich (38%), Österreich (24%) und die Niederlande (16%). Seltene Erden werden hier gebraucht für Magnete, Legierungen, Auto-Katalysatoren, usw.

## Seltene Erden als politisches Druckmittel

Ebenfalls bekannt ist, dass China im Herbst 2010 den Export Seltener Erden insbesondere nach Japan drastisch reduzierte, was zu einer weltweiten Besorgnis oder gar Hysterie führte. Diese Exportbeschränkung hing vermutlich mit einem Zwischenfall bei einer Inselgruppe zusammen, um die China und Japan seit

- Das PSE wurde 1869 fast gleichzeitig und unabhängig voneinander von den Chemikern Dmitri Mendelejew und Lothar Meyer aufgestellt.
- Flotation (von englisch: to float – schwimmen) ist ein physikalisch-chemisches Trennverfahren für feinkörnige Feststoffe.



## Anwendungsgebiete

Seltene Erden finden hauptsächlich in drei Bereichen Anwendung:

1. **Keramik- und Glasindustrie** (gefärbte Gläser; Sonnenbrillen)
2. **Metallurgie** > niedrig legierte Stähle (Verbesserung von Festigkeit, Verarbeitbarkeit, Korrosionsfestigkeit)  
> Magnettechnologie (Magnetspeicher) > Reaktorbau (Europium als Bestandteil von Steuerstäben) > Wasserstoffspeicher (fein verteiltes Erbium) > Leuchtfarbstoffe (Bildröhren, Monitore)
3. **Cracken von Erdöl** (Katalysatoren)

Vorläufig noch viel geringer ist der Einsatz der Seltenen Erden in folgenden Forschungs-Gebieten:

- **Brennstoffzelle** ■ **Schweinemast**: Man vermutet eine entzündungshemmende und immunstimulierende Wirkung. Seltene Erden könnten die präventive Gabe von Antibiotika (die umstritten und z.T. verboten ist) unnötig machen
- **Supraleitfähigkeit**



Foto: www.gtresearchnews.gatech.edu

Seltene Erden sind nicht so selten, wie der Name suggeriert: Aber sie treten stets nur in geringer Konzentration auf, und es gibt keine reichen Lagerstätten.

über hundert Jahren streiten: Es geht um die von Japan Senkaku, von China Diaoyutai genannten Inseln. Japan kontrolliert die Inseln seit 1895.

Nach dem Zweiten Weltkrieg wurden sie amerikanisches Protektorat und zusammen mit Okinawa 1971 an Japan zurückgegeben. China jedoch argumentiert, dass die Inseln von Alters her zur «chinesischen Provinz Taiwan» gehören. Und seit bei den Inseln Gas und Öl gefunden wurden, sind die unbewohnten Felsen im Ostchinesischen Meer ein Streitfall um Ressourcen. Weil Japan einen chinesischen Schiffskapitän vor diesen Inseln verhaftet hatte, griff China als Druckmittel zur Exportreduktion von Seltenen Erden. China begründet die Exportbeschränkungen allerdings mit grösserem Eigenbedarf.

## Der Acht-Punkte-Plan für Seltene Erden

Dieser künstlich erzeugte Nachschub-Engpass hatte u.a. zur Folge, dass man sich über das Recycling von Seltenen Erden in Europa Gedanken machte und einen Acht-Punkte-Plan entwickelte:

- Errichtung eines Kompetenz-Netzwerks «Seltene Erden» mit allen relevanten Akteuren (Recycling-Unternehmen, Hersteller, Behörden, Vertreter von Politik und Wissenschaft)
- Grundlagenforschung zur Raffination und Verarbeitung von Seltenen Erden
- Europäische Stoffstrom-Analyse, um besser zu wissen, welche Seltene-Erden-Stoffströme in Europa bestehen
- Identifizierung von Pilotprojekten, wo recycelt werden soll (Magnete aus Elektromotoren und Generatoren; Lampen, Bildschirme, Katalysatoren, usw.)
- Aufbau eines Sammel-Systems für Reststoffe, die Seltene Erden enthalten
- Entwicklung von Pilot-Recycling-Anlagen

- Investitionssicherheit schaffen: Wegen der stark schwankenden Rohstoffpreise soll die Europäische Investitionsbank die Risiken für Investoren in Recycling-Projekte verringern
- Rechtlichen Rahmen schaffen, um das Recycling von Seltenen Erden zu optimieren

Man schätzt, dass dieser Acht-Punkte-Plan in etwa zehn Jahren umgesetzt werden könnte – wenn man dies wirklich will!

Fazit: Einmal mehr zeigt sich, dass

- Rohstoffe abgebaut und technologisch eingesetzt werden, ohne dass sich zuvor jemand Gedanken zu deren Recycling gemacht hat;
- erst eine (echte oder künstliche) Verknappung einen Denkprozess auslöst;
- Abbautechniken, die als integraler Bestandteil ein Anreicherungsverfahren mit Hilfs-Chemikalien enthalten, potenziell hoch gefährlich sind;
- im Zivilisationsmüll die Seltenen Erden (wie andere Materialien auch!) bereits in höherer Konzentration vorliegen als in natürlichen Erzvorkommen;
- Rohstoffe je nach technischer Entwicklung plötzlich begehrt oder völlig obsolet werden können.

Seltenen Erde sind ein Beispiel dafür, wie etwas ganz unvermutet und plötzlich zum begehrten Rohstoff werden kann. Dann rächt es sich, wenn die Abbau- und Anreicherungsverfahren veraltet, die Stoffströme nicht bekannt, das Know-how nicht breit gestreut, die rechtlichen Grundlagen unzureichend und die einzigen treibenden Kräfte die Börsen sind! <

## Quellen

Oeko-Institut e.V.: Hintergrundpapier Seltene Erden (Januar 2011).  
Daniel Mehl: Seltene Erden (Vortrag am Geochemischen Seminar der Universität Karlsruhe).