

# SATW INFO

## Seltene Metalle Rohstoffe für Zukunftstechnologien

Unsere Gesellschaft ist von seltenen Metallen abhängig wie nie zuvor: Mobiltelefone, Flachbildschirme, Digitalkameras, Autos oder Windkraftwerke wären ohne diese Rohstoffe kaum denkbar, verfügen sie doch über aussergewöhnliche Eigenschaften.

Mit dem Begriff seltene Metalle bezeichnet man metallische Stoffe, die in der Erdkruste in einer Konzentration von weniger als 0,01 Gewichtsprozenten vorkommen. Noch zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurden seltene Metalle kaum als Rohstoffe für Technologien gebraucht. Dies hat sich in den vergangenen Jahrzehnten stark geändert: Seltene Metalle spielen heute bei verschiedenen Anwendungen eine zentrale Rolle, da sie über spezifische Eigenschaften verfügen. Platin beispielsweise benötigt man für die Herstellung von Autokatalysatoren, Tantal für die Produktion von Flugzeugturbinen oder Mikrokondensatoren, die beispielsweise in Mobiltelefonen Verwendung finden. Indium ist in Verbindung mit Zinn als transparenter Stromleiter ein wichtiges Element für den Bau von Flachbildschirmen, und Lithium wird für die Herstellung von wiederaufladbaren Batterien benötigt.

Die Nachfrage nach seltenen Metallen steigt rasant an: Bei den Elementen Gallium, Indium, Iridium, Palladium, Rhenium, Rhodium und Ruthenium wurden mehr als 80 Prozent der Mengen, die seit 1900 aus Lagerstätten gewonnenen wurden, erst in den vergangenen 30 Jahren abgebaut. Wie die steigende Nachfrage mittel- bis längerfristig befriedigt werden kann, wird kontrovers diskutiert. In vielen Fällen wird das Angebot an seltenen Metallen nicht nur durch die unmittelbare Nachfrage gesteuert, sondern auch noch durch andere Faktoren. So sind die abbauwürdigen Vorkommen unregelmässig verteilt; dadurch ergeben sich politisch und wirt-

schaftlich kritische Abhängigkeiten. Seltene Metalle werden zudem häufig nicht alleine abgebaut, sondern fallen als Nebenprodukte bei der Gewinnung von anderen Elementen an.

Erschwerend kommt hinzu, dass seltene Metalle nach ihrer Verwendung in Produkten heute erst ansatzweise in den Stoffkreislauf zurückgeführt werden. Die Gründe dafür sind vielfältig: Lithium etwa ist so günstig, dass sich ein Recycling noch kaum lohnt. Indium lässt sich nur mit grossem Aufwand zurückgewinnen, weil es im einzelnen elektronischen Gerät in nur sehr geringen Konzentrationen vorkommt. Bei Tantal wiederum stellt sich das Problem, dass dieses Element beim Recycling als Reststoff in die Schlacke übergeht und aus dieser nur schwer zurückgewonnen werden kann.

Die nachfolgenden Beispiele zeigen, dass die heutige Verwendung von seltenen Metallen künftig zu Versorgungsengpässen führen könnte. Gefragt sind daher Ansätze, die zu einem nachhaltigeren Umgang mit diesen Elementen führen. Dazu braucht es nicht nur ein besseres Verständnis der entsprechenden Stoffkreisläufe, sondern auch koordinierte Massnahmen, die international institutionell verankert sind. Gerade die Schweiz als rohstoffarmes Land hat ein grosses Interesse an nachhaltigen Lösungen – und sie kann als führender Forschungsstandort einen konkreten Beitrag zur Lösung der anstehenden Probleme leisten.

## SATW

Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften  
Académie suisse des sciences techniques  
Accademia svizzera delle scienze tecniche  
Swiss Academy of Engineering Sciences

 Mitglied der  
Akademien der Wissenschaften Schweiz



# Eine rasante Entwicklung

## Steigende Nachfrage nach seltenen Metallen stellt längerfristige Versorgung in Frage

Der Bedarf an seltenen Metallen hat in den letzten Jahren rasant zugenommen, spielen diese Stoffe doch bei vielen Zukunftstechnologien eine wichtige Rolle. Angesichts dieses Wachstums stellt sich die Frage, wie die Versorgung mit diesen Metallen längerfristig sichergestellt werden kann. Wie die nachfolgenden Beispiele zeigen, können geologische, geopolitische, technologische, ökonomische, soziale oder ökologische Faktoren entweder für sich alleine oder in Kombination zu kritischen Versorgungssituationen führen.

### Lithium

Lithium wird für die Herstellung von Batterien für Elektrofahrzeuge benötigt. Sollen sich solche Fahrzeuge im Markt durchsetzen, braucht es demnach eine ausreichende Versorgung mit Lithium. Lithium wird zudem für die Herstellung von Keramik, Glas und Schmierfetten benötigt.

Die jährliche globale Nachfrage wird auf 17 500 Tonnen (2007) geschätzt, die Reserven auf rund 9,9 Millionen Tonnen (2009). Lithium kommt vor allem in Chile (76 Prozent), Argentinien (8 Prozent), Australien (6 Prozent), China (5 Prozent) sowie Brasilien und Kanada (je 2 Prozent) vor. Wegen der hohen Nachfrage nach wiederaufladbaren Batterien hat die Verwendung von Lithium stark zugenommen und wird vermutlich weiter ansteigen. Das würde eine Ausweitung der Lithiumförderung auf bisher wenig berührte Landschaften erforderlich machen. Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken und Abhängigkeiten von den produzierenden Ländern zu verringern, sollte Lithium – falls langfristig ökonomisch sinnvoll – möglichst aus gebrauchten Produkten zurückgewonnen werden. Dazu müssen jedoch die entsprechenden Sammelstrukturen und Recyclingkapazitäten aufgebaut werden.

### Seltene Erden

Die als Seltene Erden bezeichneten Elemente spielen bei zahlreichen Zukunftstechnologien eine entscheidende Rolle. Seltene Erden werden in der Metallurgie (29 Prozent), in der Elektronik (18 Prozent), in chemischen Katalysatoren (14 Prozent), als Leuchtstoffe für Computermonitore, Lampen und Fernsehgeräte (12 Prozent) sowie in Autokatalysatoren (9 Prozent) eingesetzt.

Die jährliche globale Nachfrage wird auf 132 500 Tonnen (2008) geschätzt – 1953 betrug die Nachfrage noch 1000 Tonnen. Seltene Erden kommen in relativ hohen Konzentrationen in der Erdkruste vor. Es gibt jedoch nur wenige Lagerstätten, in denen sie in abbauwürdigen Mengen vorliegen. Die weltweiten Reserven werden auf rund 99 Millionen Tonnen (2009) geschätzt, wovon sich der grösste Teil in China (38 Prozent), der Gemeinschaft unabhängiger Staaten (19 Prozent) und den USA (13 Prozent) befindet. Die Abhängigkeit von China, das den Export von Seltenen Erden eingeschränkt hat, lässt sich nur verringern, wenn Lagerstätten ausserhalb Chinas abgebaut werden oder das Recycling verstärkt wird. Dazu müssten entsprechende Abtrenn-, Schmelz- und Recyclingverfahren entwickelt werden. Ein ökologisch kritischer Punkt ist, dass bei der Gewinnung von Seltenen Erden aus dem Mineral Monazit radioaktive Elemente freigesetzt werden können.

### Indium

Indium besitzt eine besonders grosse Bedeutung für die Informations- und Kommunikationsindustrie. Dünnfilmschichtungen, die zum Beispiel in Flachbildschirmen Verwendung finden, benötigen 84 Prozent des heutigen Gesamtbedarfs von jährlich rund 550 Tonnen. Indium wird auch in Legierungen und Lötmetallen sowie in der Halbleiterindustrie eingesetzt.



Das Metall kommt in der Natur nicht elementar vor, sondern meist als Bestandteil von anderen Metallerzen. Obwohl Indium in diesen Mineralien in relativ hohen Konzentrationen vorliegt, sind die Gehalte für einen alleinigen Abbau meist zu gering. Indium wird deshalb in der Regel als Nebenprodukt bei der Förderung von Zink, Kupfer, Blei und Zinn gewonnen. Die weltweiten Indiumreserven werden auf 16 000 Tonnen beziffert (2007). Der grösste Teil der indiumhaltigen Erze kommt in China vor (62 Prozent). Weitere Vorkommen finden sich in Peru, Kanada, den USA, Russland und Japan. Es ist davon auszugehen, dass die Gewinnung aus Primärrohstoffen weiterhin eine starke Bedeutung haben wird, da wichtige Zukunftstechnologien Indium benötigen und sich Indium nur schwer zurückgewinnen lässt. Mit Ausnahme von Mobiltelefonen findet ein Recycling von Indium aus Konsumprodukten derzeit kaum statt. Angesichts der beschränkten Reserven sollte eine kosteneffiziente und umweltschonende Rückgewinnung des Indiums aus Konsumgütern angestrebt werden.

### Platingruppenmetalle

Die Platingruppenmetalle (PGM) umfassen die sechs Edelmetalle Platin, Palladium, Rhodium, Ruthenium, Iridium und Osmium. Aufgrund ihrer Eigenschaften sind sie unverzichtbare Werkstoffe für viele Hightechprodukte. Knapp 50 Prozent der aus Minen gewonnenen PGM wird für Autoabgaskatalysatoren verwendet. PGM kommen auch in elektronischen Bauteilen, Schmuckgegenständen sowie in Katalysatoren für chemische Prozesse und für die Erdölraffination vor.

PGM treten in natürlichen Lagerstätten grundsätzlich gemeinsam auf, wobei die Gehalte natürlichen Schwankungen unterliegen. Die weltweiten PGM-Reserven werden auf 71 000 Tonnen (2009) geschätzt, wovon sich 89 Prozent im südafrikanischen Bushveld-Komplex und 9 Prozent in Russland befinden. Die restlichen 2 Prozent

entfallen auf Nordamerika, Zimbabwe, Kolumbien, Finnland und China. Die Gewinnung der Erze ist energieintensiv und erstreckt sich über grosse Flächen. Eine Erschöpfung der Lagerstätten ist in absehbarer Zeit nicht zu erwarten. Es ist jedoch mit kurzfristigen Verknappungen und Preisausschlägen zu rechnen, weil sich die Vorräte und der Abbau auf wenige Länder und Minengesellschaften konzentrieren. Auch politische und wirtschaftliche Faktoren sowie klimatisch bedingte Naturereignisse in den Förderregionen können die Produktion beeinflussen. Für die Versorgungssicherheit spielt das Recycling eine wichtige Rolle. Hier besteht insbesondere bei den Konsumgütern Nachholbedarf: Alte Automobile, Computer und Mobiltelefone werden oft von Europa in Entwicklungs- und Schwellenländer exportiert, wo PGM nur unzureichend zurückgewonnen werden.

### Tantal

Tantal ist ein wichtiges Element für die Mikroelektronik und wird zum Beispiel für Mikrokondensatoren in Mobiltelefonen benötigt. Tantal kommt als Tantalcarbid auch in Schneidwerkzeugen sowie als Legierung in der Luft- und Raumfahrtindustrie zum Einsatz. Die vermehrte Verwendung von miniaturisierten Informations- und Kommunikationstechnologien, Präzisionsmaschinen sowie leistungsfähigen Turbinen in Kraftwerken und Flugzeugen könnte die künftige Nachfrage nach Tantal ansteigen lassen.

Die weltweiten Reserven werden auf rund 110 000 Tonnen (2009) geschätzt. Sie befinden sich vor allem in Brasilien und Australien. Diese beiden Länder förderten 2009 740 Tonnen Tantal, was einem Weltmarktanteil von 63 Prozent entspricht. Im industriellen Bereich wird Tantal bereits teilweise recycelt. Aufgrund seiner chemischen Eigenschaften und der Feinverteilung in den Produkten lässt sich Tantal aus alten Elektronikgeräten nur schwer zurückgewinnen.



# Wege zu einer nachhaltigeren Nutzung

Die Rolle der Schweiz: keine Primärressourcen, keine Verantwortung?

Sollen seltene Metalle künftig nachhaltiger genutzt werden, gilt es zunächst, das bestehende Wissen zu vertiefen. Darauf aufbauend können dann konkrete Handlungsoptionen entwickelt und international institutionell verankert werden. Auch die Schweiz als rohstoffarmes Land kann hierzu konkrete Beiträge leisten.

Die Schweiz ist als postindustrielle Gesellschaft massgeblich von Zukunftstechnologien abhängig, bei denen seltene Metalle eine wichtige Rolle spielen. Sie sollte deshalb ein grosses Interesse daran haben, sorgsam mit diesen Rohstoffen umzugehen. Die Schweiz ist zudem ein Land, in dem sich neue Technologien häufig sehr früh verbreiten. Daraus ergibt sich für die Schweiz eine Mitverantwortung, die ökologischen und sozialen Auswirkungen im Auge zu behalten, die der Abbau von Primärressourcen in anderen Ländern hat. Nicht zuletzt kann die Schweiz auch ihre Position in der internationalen Forschungslandschaft stärken, wenn sie Beiträge zu einem nachhaltigeren Umgang mit diesen Ressourcen leistet.

Erste Schritte in diese Richtung wurden bereits gemacht. So hat die Schweiz bereits vor 15 Jahren Rücknahmesysteme für ausgediente Elektro- und Elektronikgeräte eingeführt, die eine Rückgewinnung wertvoller Ressourcen aus ausgedienten Konsumgütern ermöglichen. Und auch bei der primären Rohstoffgewinnung leistet die Schweiz einen Beitrag: Im Juni 2009 hat sie beispielsweise beschlossen, die Extractive Industries Transparency Initiative (EITI) mit einem Beitrag von 3 Millionen US-Dollar zu unterstützen. Die EITI will transparent machen, wie die Einnahmen aus Bergbaukonzessionen in Entwicklungsländern verwendet werden. Ferner will sie dazu beitragen, dass die Prinzipien der guten Unternehmensführung im Rohstoffsek-

tor beachtet werden. Weitere Schritte sollten folgen: Die Schweiz könnte sich stärker für einen nachhaltigeren Konsum dieser Elemente engagieren oder aufzeigen, wie kritische Metalle durch weniger problematische Elemente ersetzt werden könnten.

## Weitere Informationen

SATW Schrift Nr. 41, November 2010

### Seltene Metalle – Rohstoffe für Zukunftstechnologien

Patrick Wäger, Daniel Lang, Raimund Bleischwitz, Christian Hagelüken, Simon Meissner, Armin Reller, Dominic Wittmer

Download: [www.satw.ch/publikationen/schriften](http://www.satw.ch/publikationen/schriften)

Bezug der gedruckten Broschüre: [info@satw.ch](mailto:info@satw.ch)

## Impressum

### SATW INFO

November 2010

SATW Geschäftsstelle  
Seidengasse 16, 8001 Zürich  
Tel. +41 (0)44 226 50 11  
E-Mail [info@satw.ch](mailto:info@satw.ch)

**Redaktion** Felix Würsten, Béatrice Miller

**Review** Andreas Zuberbühler

**Bilder** Umicore

# SATW

Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften  
Académie suisse des sciences techniques  
Accademia svizzera delle scienze tecniche  
Swiss Academy of Engineering Sciences



Mitglied der  
Akademien der Wissenschaften Schweiz