



Bern, den 14.12.2018

---

# **Die Versorgung der Schweiz mit Seltenen Erden**

Bericht des Bundesrates in Erfüllung  
des Postulates 12.3475 Schneider-Schneiter  
vom 12.06.2012

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Weltweite Versorgung mit Seltenen Erden</b> .....	<b>3</b>
2.1	Definition .....	3
2.2	Verwendung .....	4
2.3	Reserven und Produktion .....	6
2.4	Vorläufige Schlussfolgerung .....	8
<b>3</b>	<b>Versorgung der Schweiz mit Seltenen Erden</b> .....	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Beitrag der Politik des Bundes zur Versorgung mit Seltenen Erden</b> .....	<b>11</b>
4.1	Aussenwirtschaftspolitik .....	11
4.2	Umweltpolitik .....	13
4.3	Forschungs- und Innovationspolitik .....	14
<b>5</b>	<b>Schlussfolgerung</b> .....	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>Anhang</b> .....	<b>18</b>
6.1	Eingereichter Text .....	18

# 1 Einleitung

Das Postulat Schneider-Schneiter (12.3475) mit dem Titel «Metalle der Seltenen Erden. Ressourcenstrategie» wurde am 12. Juni 2012 im Nationalrat eingereicht.<sup>1</sup> Der Bundesrat wird darin aufgefordert, sich mit dem Zugang zu und der Versorgung mit den von der Schweizer Industrie benötigten Seltenen Erden zu befassen. Weiter soll aufgezeigt werden, welche Massnahmen im Bereich des Recyclings und der Forschung zur Substituierung der Seltenen Erden vorgesehen sind.

Die Seltenen Erden umfassen 17 Metalle, die bei der Herstellung einer Vielzahl von Produkten, insbesondere in der Spitzentechnologie und bei der Entwicklung von umweltfreundlichen Technologien verwendet werden, wie etwa in Chips für Mobiltelefone, Batterien für Elektroautos, Flachbildschirmen, Magneten für Windkraftanlagen und LED-Leuchtmitteln. Da es bisher keine zufriedenstellenden Substitute für diese Metalle gibt, hat der Zugang zu den Seltenen Erden seit einigen Jahren für diese Industriezweige strategische Bedeutung erlangt. 2010 hat die Preissteigerung infolge des Produktionsrückgangs und der Einführung von Exportbeschränkungen durch China, den weltweit grössten Produzenten von Seltenen Erden, zahlreiche Fragen im Zusammenhang mit der Versorgung Seltener Erden aufgeworfen.

Wie in seiner Stellungnahme ausgeführt, ist der Bundesrat der Meinung, dass auch im Fall einer Verknappung und Verteuerung der Rohstoffe die Versorgung in erster Linie Angelegenheit des Privatsektors ist. Im vorliegenden Bericht wird zunächst die Versorgung mit Seltenen Erden auf internationaler Ebene und in der Schweiz untersucht. Anschliessend wird aufgezeigt, welchen Beitrag die Aussenwirtschaftspolitik, die Umweltpolitik und die Forschungs- und Innovationspolitik zur Versorgung mit Seltenen Erden leisten. Die Untersuchung zeigt, dass in Anbetracht der aktuellen Lage auf den Weltmärkten und der Art, wie die Seltenen Erden von der Schweizer Industrie verwendet werden, mit den vorhandenen politischen Strategien auf die Herausforderungen im Zusammenhang mit der Versorgung Seltener Erden reagiert werden kann. Der Bundesrat ist folglich der Ansicht, dass die Einführung von neuen Massnahmen nicht erforderlich ist.

## 2 Weltweite Versorgung mit Seltenen Erden

### 2.1 Definition

Als Seltene Erden werden 15 chemische Elemente aus der Gruppe der Lanthanoide mit den Ordnungszahlen 57 bis 71 bezeichnet; aufgrund ihrer Eigenschaften werden die beiden Elemente Scandium und Yttrium normalerweise dazugezählt. Unter den Seltenen Erden werden somit insgesamt 17 Metalle zusammengefasst. Sie sind für ganze Wirtschaftszweige von grosser Bedeutung, insbesondere im Technologiesektor, da sie einzigartige elektronische, magnetische, optische und katalytische Eigenschaften besitzen.

Scandium (21)	Lanthan (57)	Cer (58)	Praseodym (59)	leichte Seltene Erden
Neodym (60)	Promethium (61)	Samarium (62)	Europium (63)	
Yttrium (39)	Gadolinium (64)	Terbium (65)	Dysprosium (66)	schwere Seltene Erden
Holmium (67)	Erbium (68)	Thulium (69)	Ytterbium (70)	
Lutetium (71)				

<sup>1</sup> Der vollständige Postulatstext befindet sich im Anhang.

Diese Gruppe von chemischen Elementen wird unterteilt in «leichte» (Ordnungszahlen 21 und 57 bis 63) und «schwere» (39 und 64 bis 71) Seltene Erden.<sup>2</sup> Da die schweren Seltene Erden weniger häufig vorkommen als die leichten Seltene Erden, sind sie besonders begehrt. Entgegen ihrer Bezeichnung sind die Seltene Erden jedoch nicht selten; der Begriff ist darauf zurückzuführen, dass sie zwischen dem 18. und 19. Jahrhundert in Erzen entdeckt wurden, die damals wenig verbreitet waren. Einige, wie etwa Cer, Lanthan, Neodym und Ytterbium, kommen in der Erdkruste in grösseren Mengen vor als Blei oder Kobalt.<sup>3</sup> Alle Seltene Erden, mit Ausnahme von Promethium, kommen häufiger vor als Gold oder Silber. Ihr Abbau ist jedoch mit Schwierigkeiten verbunden: Zum einen liegen sie nicht als reine Metalle vor, sondern vermischt mit anderen Mineralien (etwa Bastnäsit, Monazit, Xenotim oder seltenerdhaltigen Tongesteinen). Zum anderen kommen sie im Allgemeinen in geringen Konzentrationen vor.<sup>4</sup> Da sie ähnliche chemische Eigenschaften besitzen, ist es kompliziert und kostspielig, die Seltene Erden zu isolieren. Es gibt deshalb nur eine begrenzte Anzahl von Minen, in denen die Konzentration an Seltene Erden so hoch ist, dass ihre Ausbeutung wirtschaftlich ist. Der Abbau von Seltene Erden hat aufgrund der zur Verarbeitung verwendeten Chemikalien und der produzierten Mengen an Aushub- und Haldenmaterial («tailings») auch beachtliche Auswirkungen auf die Umwelt. Zudem erfordert diese Aktivität einen hohen Energieaufwand.

Die Seltene Erden werden gelegentlich mit den sogenannten «kritischen», «seltenen technischen» oder «Hochtechnologiemetallen» verwechselt. Wie bereits beschrieben, besitzen die Seltene Erden spezifische Eigenschaften und sind im Periodensystem der Elemente klar definiert. Die kritischen Metalle werden nach geopolitischen, wirtschaftlichen und Umweltkriterien im Zusammenhang mit ihrer Gewinnung definiert.<sup>5</sup> Der vorliegende Bericht konzentriert sich konform zum Postulatstext auf die Seltene Erden.

## 2.2 Verwendung

Seltene Erden finden in einer Vielzahl von Alltagsgegenständen wie Mobiltelefonen, Kopfhörern oder Laptops Verwendung. Ihre katalytischen, magnetischen, elektrischen, chemischen und optischen Eigenschaften sowie ihre Hitzebeständigkeit machen sie für etliche Wirtschaftszweige zu einem wertvollen Rohstoff.

Dauermagneten aus einer Legierung von Neodym, Eisen und Bor sind bekannt für ihre Leichtigkeit und ihre Effektivität. Sie werden beim Bau von Elektromotoren von Hybridautos, Mobiltelefonen und Festplatten eingesetzt. Diese Magnete werden auch in Windkraftanlagen sowie Hybrid- und Elektrofahrzeugen verwendet. Phosphore aus Seltene Erden werden in energiesparenden Kompaktleuchtstofflampen und in Leuchtdioden (LED) verwendet. Auch in der Technologie der Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzellen kommen Seltene Erden zur Anwendung. Diese Anwendungen sind integraler Bestandteil der Technologien zur Steigerung der Energieeffizienz und erneuerbarer Energien.

In der Glasindustrie werden ebenfalls Seltene Erden eingesetzt und für das Polieren von Glas, als Zusatzstoff zur Erreichung von optischen Eigenschaften oder zur Einfärbung von Glas verwendet. Cer wird zum Entfärben von Glas benutzt, während Lanthan vor allem dazu dient, den Refraktionsindex von optischen Gläsern zu erhöhen. Interessant sind auch die katalytischen Eigenschaften der Seltene Erden. Sie spielen eine Rolle bei der Erdölraffination und ermöglichen in der Autoindustrie, die Schädlichkeit von Motorenabgasen (Kohlenmonoxid) zu reduzieren. Die Herstellung

<sup>2</sup> Diese Definition ist umstritten (siehe Walters, A. et al. (2011). Rare Earth Elements. British Geological Survey. <https://www.bgs.ac.uk/downloads/start.cfm?id=1638>).

<sup>3</sup> Europäische Kommission. (2017). Study on the review of the list of critical raw materials – critical raw materials fact-sheets. EU-Veröffentlichung, Brüssel, S. 332-346. <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7345e3e8-98fc-11e7-b92d-01aa75ed71a1/language-en>.

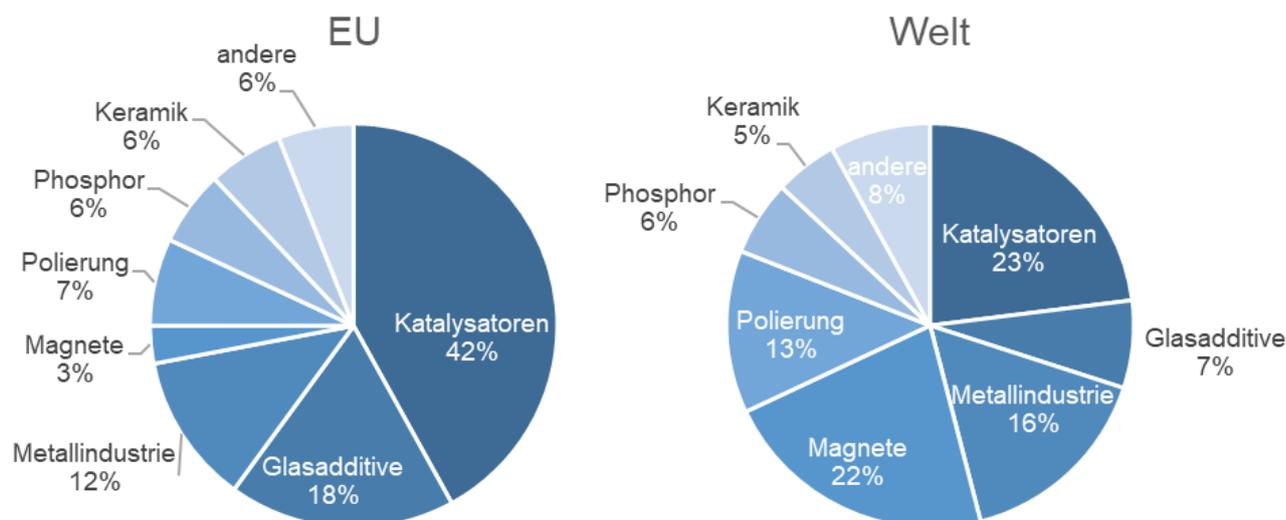
<sup>4</sup> Ebd.

<sup>5</sup> Eine solche Definition ist also nicht neutral, und sie ist zeitlich variabel, beispielsweise entsprechend den Bedürfnissen der Industrie, wie auch die Arbeiten der Europäischen Kommission zeigen (siehe Fussnote 3).

von Hochqualitätsstahl wird durch ein Verfahren ermöglicht, mit dem dank einer als Mischmetall bezeichneten Metalllegierung Verunreinigungen entfernt werden können.<sup>6</sup> Diese Legierung wird auch zur Herstellung von Zündsteinen verwendet. Seltene Erden finden auch Verwendung bei der Herstellung von synthetischen Edelsteinen, Lasern und Supraleitern.<sup>7</sup>

2015 hatte die Europäische Kommission die Verteilung der weltweiten und der europäischen Nachfrage nach Seltenen Erden geschätzt.<sup>8</sup> Demnach werden, wie Grafik 1 zeigt, die meisten Seltenen Erden für die Herstellung von Katalysatoren, Glas und Magneten sowie in der Metallindustrie verwendet.

Grafik 1: Verwendung und Anwendungen der Seltenen Erden (weltweiter Gesamtverbrauch 129'200 Tonnen; EU 8'350 Tonnen)



Da es schwierig ist, die Seltenen Erden durch andere Stoffe zu ersetzen, ist ihre Bedeutung für die Industrie besonders gross. Auch wenn es für gewisse Verwendungen Substitute gibt, sind diese in der Regel weniger effizient, kostspieliger (namentlich die Elemente der Platingruppe) oder machen eine vollständige Neugestaltung des Produkts erforderlich.<sup>9</sup> In gewissen Fällen ersetzen die Seltenen Erden ihrerseits andere, giftigere Stoffe wie beispielsweise Kadmium in wiederaufladbaren Batterien oder Schwermetalle in Farbstoffen. Besonders komplex ist die Substituierung bei Endprodukten, die auf spezifischen optischen, chemischen und magnetischen Eigenschaften basieren. Es ist aber festzuhalten, dass es einige Beispiele für die Substituierung von Seltenen Erden gibt. Der Bedarf an Seltenen Erden für die Produktion von Batterien geht beispielsweise zurück, da diese immer mehr durch Lithiumbatterien abgelöst werden. Das zeigt, dass es schwierig ist, die Entwicklung der Nachfrage nach Seltenen Erden zu antizipieren, weil diese von den technologischen Entwicklungen abhängt.

<sup>6</sup> Es besteht aus 45-50 % Cer, 25 % Lanthan, 15-20 % Neodym und 5 % Praesodym.

<sup>7</sup> Van Gosen, B.S., et al. (2017). Rare-earth elements, chap. O of Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply. U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, S. O1–O31. <https://doi.org/10.3133/pp1802O>.

<sup>8</sup> Europäische Kommission. (2017). Study on the review of the list of critical raw materials – critical raw materials fact-sheets. EU-Veröffentlichungen, Brüssel, S. 332-346. <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7345e3e8-98fc-11e7-b92d-01aa75ed71a1/language-en>. basierend auf D. Guyonnet, M. Planchon, A. Rollat, V. Escalon, J. Tuduri, et al. (2015). Material flow analysis applied to rare earth elements in Europe. Journal of Cleaner Production, Elsevier, doi: 10.1016/j.clepro.2015.04.123.

<sup>9</sup> Schüler, D. et al. (2011), "A Study on Rare Earth and Their Recycling," Final Report for the Greens/EFA Group in the European Parliament, Öko-Institut e.V., Freiburg, <https://www.oeko.de/oekodoc/1112/2011-003-en.pdf>.

## 2.3 Reserven und Produktion

Die weltweiten Reserven an Seltenen Erden lassen sich aufgrund der Qualität und der Menge der verfügbaren Daten nur schwer präzise schätzen. Die bekannten Reserven wurden 2018 im Geological Survey (USGS) auf über 120 Millionen Tonnen geschätzt.<sup>10</sup> Die abbauwürdigen Vorkommen an Seltenen Erden sind in wenigen Ländern konzentriert. 2010 produzierte China über 97% des weltweiten Bedarfs an Seltenen Erden<sup>11</sup>, 2018 ging dieser Anteil auf 79 %<sup>12</sup> zurück. China ist derzeit zusammen mit Australien, Russland und Brasilien einer der Hauptproduzenten (siehe Tabelle 2).

Diese Entwicklung kann darauf zurückgeführt werden, dass China 2010 seine Produktion von Seltenen Erden drastisch zurückgefahren und Exportbeschränkungen eingeführt hat. Diese Verknappung des Angebots hat zu einem Preisanstieg geführt. Tabelle 1 zeigt die Entwicklung der Preise der Seltenen Erden, die 2011 nach den von China eingeführten Beschränkungen einen Höhepunkt erreichten.

Tabelle 1: Preisentwicklung bei den Seltenen Erden 2010-2017 (in Dollar pro Kilogramm Oxid, Preis am Jahresende)<sup>13</sup>

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Cer</b>	61	43	11	6	5	2	2	3
<b>Dysprosium</b>	295	1410	615	465	340	228	189	185
<b>Europium</b>	630	3790	1550	975	705	100	66	78
<b>Lanthan</b>	60	51	10	6	5	2	2	3
<b>Mischmetall*</b>	59	48	15	10	10	6	6	6
<b>Neodym</b>	88	195	78	68	58	41	39	58
<b>Terbium</b>	337	2810	1250	825	615	440	418	475
<b>Yttrium</b>	26	139	89	25	16	8	4	4

\* Mischmetall = 65% Cer, 35% Lanthan

Nach diesem Preisanstieg haben im Jahr 2012 Japan<sup>14</sup>, die Europäische Union<sup>15</sup> und die Vereinigten Staaten<sup>16</sup> bei der Welthandelsorganisation (WTO) Beschwerde eingereicht. Bei den drei gleichlautenden Beschwerden ging es um die von China verhängten Exportbeschränkungen auf verschiedene Formen von Seltenen Erden, Wolfram und Molybdän. China rechtfertigte diese Massnahmen zum einen mit den wirtschaftlichen Bedürfnissen seiner nationalen Industrie und zum anderen mit dem Schutz der natürlichen Ressourcen und der Einschränkung der durch die Gewinnung dieser Rohstoffe verursachten Umweltverschmutzung. Die Exportbeschränkungen wurden von China unter anderem durch Kontingente und Exportzölle umgesetzt. Die Beschwerdeführer fochten auch die Verwaltung und die Zuteilung der Exportkontingente, unter anderem durch Exportlizenzen, an. Diese Massnahmen wurden für nicht WTO-konform erklärt, und die Krise endete

<sup>10</sup> USGS (2018) Mineral Commodity Services – Rare Earths. [https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare\\_earths/](https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare_earths/).

<sup>11</sup> USGS (2011) Mineral Commodity Services – Rare Earths. [https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare\\_earths/](https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare_earths/).

<sup>12</sup> Ebd.

<sup>13</sup> USGS (2015 & 2018). Mineral Commodity Summaries – Rare Earths. [https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare\\_earths/](https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare_earths/).

<sup>14</sup> WTO (2015). Dispute Settlement 433: China — Measures Related to the Exportation of Rare Earths, Tungsten and Molybdenum. Geneva, [https://www.wto.org/english/tratop\\_e/dispu\\_e/cases\\_e/ds433\\_e.htm](https://www.wto.org/english/tratop_e/dispu_e/cases_e/ds433_e.htm).

<sup>15</sup> WTO (2015). Dispute Settlement 432: China — Measures Related to the Exportation of Rare Earths, Tungsten and Molybdenum. Geneva, [https://www.wto.org/english/tratop\\_e/dispu\\_e/cases\\_e/ds432\\_e.htm](https://www.wto.org/english/tratop_e/dispu_e/cases_e/ds432_e.htm).

<sup>16</sup> WTO (2015). Dispute Settlement 431: China — Measures Related to the Exportation of Rare Earths, Tungsten and Molybdenum. Geneva, [https://www.wto.org/english/tratop\\_e/dispu\\_e/cases\\_e/ds431\\_e.htm](https://www.wto.org/english/tratop_e/dispu_e/cases_e/ds431_e.htm).

schliesslich 2014, als China sich bereit erklärte, die Exportbeschränkungen aufzuheben. Seither ist der Preis der Seltenen Erden stark zurückgegangen (siehe Tabelle 1).

Die Krise von 2010 und die darauffolgende Preiserhöhung haben weltweit das Bewusstsein für die geostrategische Bedeutung des Zugangs zu Seltenen Erden geschärft und eine intensive Forschung auf der Suche nach neuen Produktionsquellen ausgelöst.<sup>17</sup> 2013 wurden im japanischen Meeresboden bedeutende Konzentrationen von Seltenen Erden, unter anderem Dysprosium, entdeckt. Diese Vorkommen, die schätzungsweise 16 Millionen Tonnen Mineralien enthalten und sich in Hunderten von Metern Tiefe befinden, werden derzeit nicht ausgebeutet, da es keine rentable Abbaumethode gibt. 2015 berichtete die OECD, dass über 100 Lagerstätten geprüft werden und derzeit Projekte in Australien, Grönland, Kanada, Südafrika, den Vereinigten Staaten und Malawi Gegenstand von Machbarkeitsstudien oder in der Explorationsphase sind.

Die aktuellen Zahlen zeigen, dass sich der Abbau in Bezug auf die Herkunftsländer in hohem Masse diversifiziert hat, während das Niveau des weltweiten Produktionsvolumens stabil blieb (siehe Tab. 2). Während 2010 nur 3 % der produzierten Seltenen Erden aus anderen Ländern als China stammten, lag dieser Anteil 2017 bei 21 %.<sup>18</sup> Durch den Preisanstieg rentierte sich die Ausbeutung einiger Vorkommen, die vor der Krise nicht rentabel genug waren, was zur Diversifizierung der Versorgung auf internationaler Ebene beigetragen hat. Gleichzeitig hat man nach der Entdeckung einer Reihe von Lagerstätten Seltener Erden mehr Informationen über die weltweite Verteilung der Reserven. Während der USGS den Anteil Chinas an den weltweiten Reserven 2010 auf 50 % schätzte, liegt die aktuelle Schätzung bei 36 %.

Tabelle 2: Weltweite Produktion und Reserven an Seltenen Erden (in Tonnen und in %)<sup>19</sup>

Land	Produktion 2010	%	Produktion 2017	%	Reserven 2017
China	130000	97.3%	105'000	78.7%	44'000'000
Australien	-		20'000	15.0%	3'400'000
Russland	-		3'000	2.2%	18'000'000
Brasilien	550	0.4%	2'000	1.5%	22'000'000
Thailand	-		1'600	1.2%	k. A.
Indien	2700	2.0%	1'500	1.1%	6'900'000
Malaysia	350	0.3%	300	0.2%	30'000
Vietnam	-		100	0.1%	22'000'000
Grönland	-		-		1'500'000
USA	-		-		1'400'000
Kanada	-		-		830'000
Malawi	-		-		140'000
Südafrika	-		-		860'000
Total	133'600				121'060'000

Weiter ist es wahrscheinlich, dass durch die Verknappung des Angebots und durch den Preisanstieg die Forschungsbemühungen, die darauf abzielen, Substitute für Seltenen Erden zu finden

<sup>17</sup> OECD (2015), "Rare earth elements factsheet", in *Material Resources, Productivity and the Environment*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264190504-15-en>.

<sup>18</sup> USGS. (2011). Mineral Commodity Summaries – Rare Earths. [https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare\\_earths/](https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare_earths/).

<sup>19</sup> USGS. (2011 & 2018). Mineral Commodity Summaries – Rare Earths. [https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare\\_earths/](https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare_earths/).

oder deren Verwendung effizienter zu machen,<sup>20</sup> sowie das Interesse an sekundären Förderverfahren der Seltenen Erden Auftrieb bekommen haben. Die Recyclingquote der Seltenen Erden ist allerdings weiterhin sehr tief. Aufgrund der kleinen Mengen an Seltenen Erden, die in den einzelnen Anwendungen verwendet werden, und ihrer komplexen chemischen Eigenschaften ist das Recycling technisch schwierig und wegen der relativ niedrigen Preise der Seltenen Erden unrentabel.<sup>21</sup> Beim Recycling von Produkten oder Produktionsabfällen, die Seltene Erden enthalten, konzentriert sich die Wiedergewinnung meist auf andere Stoffe, die in erheblich grösseren Mengen vorliegen oder wertvoller sind (z. B. Palladium und Platin in den Katalysatoren von Automobilen, Nickel und Kobalt in wiederaufladbaren Batterien). Die meisten Abfälle, die Seltene Erden enthalten und recycelt werden, sind neue Abfälle (vor Verbrauch), die bei der Herstellung von Dauermagneten entstehen. Die Wiedergewinnung von Seltenen Erden aus gebrauchten Abfällen (nach Verbrauch) ist marginal. Das Recycling aus Dauermagneten (vor und nach Verbrauch) bietet in technischer Hinsicht das grösste Potenzial und ist seit mehreren Jahren Gegenstand zahlreicher Forschungsarbeiten, vor allem in China und Japan.<sup>22</sup> Dauermagnete und Batterien besitzen auch ein Wiederverwendungspotenzial, da ihre Lebensdauer von zehn Jahren diejenige der Geräte, für die sie konzipiert werden, übersteigt. Deshalb haben einige Länder und Privatunternehmen trotz der grossen Herausforderungen in die Forschung nach Recyclingverfahren investiert. Insbesondere die Vereinigten Staaten, Japan und die Europäische Union haben nach dem Preisanstieg im Jahr 2010 Forschungsprojekte lanciert.<sup>23</sup>

## 2.4 Vorläufige Schlussfolgerung

Auf der Grundlage der verfügbaren Daten und der Fachliteratur zeigt sich, dass die Seltenen Erden aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften und ihrer geringen Substituierbarkeit auch weiterhin ein wichtiger Rohstoff für eine ganze Reihe von Produkten, insbesondere im Bereich der Spitzentechnologie, sein werden. Es ist schwierig, die Entwicklung der Nachfrage nach Seltenen Erden zu antizipieren, weil diese von den technologischen Entwicklungen abhängig ist. Die Seltenen Erden sind jedoch nicht selten, wie ihre Bezeichnung vermuten liesse. Andere für die Industrieproduktion wichtige Rohstoffe, wie Gold oder Silber, kommen in der Erdkruste weniger häufig vor. Wegen der aktuellen Weltmarktpreise ist die Gewinnung von Seltenen Erden jedoch nur in einigen Ländern rentabel.

Die noch vor einigen Jahren vorherrschende starke Konzentration der Produktion hat zusammen mit den von China auferlegten Exportbeschränkungen und dem darauffolgenden Preisanstieg Befürchtungen geweckt, die industrielle Produktion könnte übermässig von der Versorgung durch ein einziges Land abhängig werden. Wie die Analyse zeigt, hat jedoch der Preisanstieg von 2010 zu einer Diversifizierung bei der Gewinnung der Seltenen Erden geführt, und der Anteil der Produktion ausserhalb Chinas hat sich von 3 % auf 21 % erhöht. Gleichzeitig ist der Preis der Seltenen Erden gefallen. Das zeigt auf, dass auch wenn viele rohstoffarme Länder – wie etwa die Schweiz – von ausländischen Lieferanten abhängig sind, diese Abhängigkeit nicht mit einer Marktstörung verwechselt werden darf. Die Marktmechanismen gewährleisten, dass eine Verknappung zu einem Anstieg der Preise führt, was zur Ausweitung des Angebots und zu einer effizienteren Verwendung der Seltenen Erden beiträgt. Da damit auch die potenziellen Einnahmen auf der Angebotsseite hoch sind, wird intensiver nach neuen Lagerstätten gesucht, neue Vorkommen werden schneller und intensiver ausgebeutet und der Abbau von bekannten Vorkommen wird rentabel. Gleichzeitig

<sup>20</sup> Auf diesem Mechanismus beruht die endogene Wachstumstheorie. Siehe beispielsweise Aghion, P. und P. Howitt (1998). *Endogenous Growth Theory*. Cambridge MA: MIT Press.

<sup>21</sup> OECD (2015), *Material Resources, Productivity and the Environment*, OECD Green Growth Studies, OECD Publishing, Paris, S. 159, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264190504-en>.

<sup>22</sup> Schüler, D. et al. (2011), "A Study on Rare Earth and Their Recycling," Final Report for the Greens/EFA Group in the European Parliament, Öko-Institut e.V., Freiburg, <https://www.oeko.de/oekodoc/1112/2011-003-en.pdf>

<sup>23</sup> Europäische Kommission. (2017). *Study on the review of the list of critical raw materials – critical raw materials fact-sheets*. EU-Veröffentlichungen, Brüssel, S. 332-346. <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7345e3e8-98fc-11e7-b92d-01aa75ed71a1/language-en> und UNCTAD. (2014). *Coup d'oeil sur les produits de base - Edition spéciale sur les terres rares (N°5)*. New York und Genf.

ist eine Intensivierung der Forschung im Hinblick auf die Substituierung der Seltenen Erden zu erwarten.

Zwei Punkte können als vorläufige Schlussfolgerung festgehalten werden: Zum einen ist der Markt in der Lage, die Versorgung der weltweiten Industrieproduktion mit Seltenen Erden sicherzustellen. Zum anderen bedeutet die beobachtete Diversifizierung der Produktion, dass die Weltwirtschaft in Zukunft weniger von der Versorgung durch ein einziges Land abhängig sein wird.

### 3 Versorgung der Schweiz mit Seltenen Erden

Seltene Erden werden wegen ihrer elektrischen, magnetischen, optischen und katalytischen Eigenschaften auch in der Schweiz in verschiedenen Produkten, wie Photovoltaikanlagen, Magneten, Elektromotoren und LED-Lampen verwendet.<sup>24</sup> Ihre Verwendung in Schweizer Industrieprodukten ist daher sehr verbreitet. Für die Schweiz gibt es allerdings – im Gegensatz zur Europäischen Union – keine detaillierten Daten zur Verwendung der Seltenen Erden. Man kann jedoch davon ausgehen, dass vor allem die Schweizer Maschinenindustrie, die Elektrogeräteindustrie und die Metallindustrie betroffen sind, wo die Seltenen Erden hauptsächlich in Legierungen oder als Bestandteil von Magneten in der Elektrotechnik und in Antriebssystemen Verwendung finden.<sup>25</sup>

Zwei in der Schweiz durchgeführte Untersuchungen konzentrieren sich auf ebendiese Industriezweige. Diese Studien wurden infolge des Preisanstiegs bei den Rohstoffen nach dem Jahr 2010 durchgeführt und haben die Verwendung und das Angebot verschiedener Industriemetalle, darunter der Seltenen Erden, untersucht. Es handelt sich dabei zum einen um eine von Swissmem, dem Dachverband der KMU und Grossunternehmen der Schweizer Maschinen-, Elektro- und Metallindustrie (MEM-Industrie)<sup>26</sup> durchgeführte Umfrage und zum anderen um eine Studie der Berner Fachhochschule<sup>27</sup>.

Die Swissmem-Umfrage in der MEM-Industrie hat gezeigt, dass 20 % der Unternehmen Seltene Erden verwenden.<sup>28</sup> In über 80 % dieser Fälle versorgen sich die Unternehmen indirekt über Vorprodukte.<sup>29</sup> Tatsächlich ist das nicht verwunderlich, denn anders als Energiequellen, wie etwa Erdgas, werden die meisten Rohstoffe bereits als verarbeitete Produkte oder Halbfabrikate in die Schweiz importiert. So ist die Schweizer Industrie stark in die europäischen und internationalen Wertschöpfungsketten integriert, und der Anteil ausländischer Vorleistungen an den Schweizer Warenexporten beträgt insgesamt rund 36 %.<sup>30</sup>

Die Autorinnen der Berner Fachhochschule betonen, dass für die Zwischenprodukte, aber auch für die direkte Verarbeitung im Allgemeinen nur sehr geringe Mengen an Seltenen Erden benötigt werden. Da sich die Schweizer Industrie weitgehend auf Qualitätsprodukte konzentriert, bei denen

---

<sup>24</sup> Entsprechend dem Postulatstext konzentriert sich die Untersuchung auf die verarbeitende Industrie, obschon indirekt auch der Dienstleistungssektor von der Verwendung von Konsumgütern, die Seltene Erden enthalten (wie etwa Flachbildschirme), abhängig ist.

<sup>25</sup> P. Wäger, D. Lang. (2010). Seltene Metalle – Rohstoffe für Zukunftstechnologien. SATW Schrift Nr. 41, Zürich, [https://www.satw.ch/fileadmin/user\\_upload/documents/02\\_Themen/06\\_Rohstoffe/SATW-Seltene-Metalle\\_SAT-WINFO\\_DE.pdf](https://www.satw.ch/fileadmin/user_upload/documents/02_Themen/06_Rohstoffe/SATW-Seltene-Metalle_SAT-WINFO_DE.pdf).

<sup>26</sup> J-P. Kohl. (2010). Eine Rohstoffstrategie für den Werkplatz Schweiz. Die Volkswirtschaft, Bern, 11-2010, S. 21-23

<sup>27</sup> Stähli, Brechbühler Pešková, Seyler (2012) Seltene Metalle: Ist die Knappheit ein Problem für die Schweizer Industrie? Die Volkswirtschaft, Bern, 12-2012, S. 39-43.

<sup>28</sup> Der Anteil von Unternehmen, die andere Stoffe wie Chrom (74%), Molybdän (69%), Magnesium (60%), Wolfram (57%) und Graphit (53%) verwenden, ist bedeutend grösser.

<sup>29</sup> Swissmem (2016) Rohstoffabhängigkeit in der MEM-Industrie. Präsentation am Swiss Green Economy Symposium, Winterthur, [http://www.ebw.ch/files/1433/ebw\\_sges16\\_roth.pdf](http://www.ebw.ch/files/1433/ebw_sges16_roth.pdf).

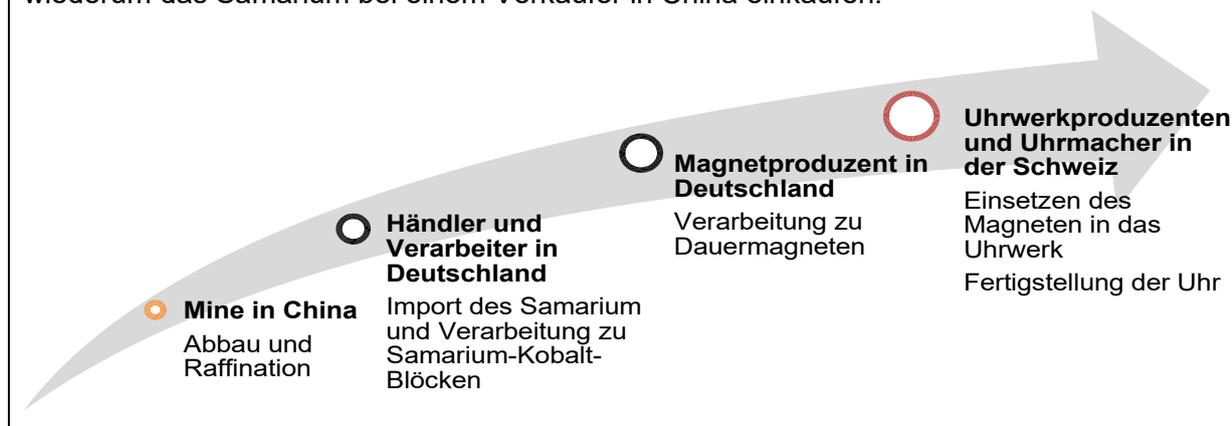
<sup>30</sup> Nathani et al. (2014) Die volkswirtschaftliche Bedeutung der globalen Wertschöpfungsketten für die Schweiz. Strukturberichterstattung Nr. 53/1. Vom SECO in Auftrag gegebene Studie, Bern, [https://www.seco.admin.ch/seco/de/home/Publikationen\\_Dienstleistungen/Publikationen\\_und\\_Formulare/Aussenwirtschafts/Globalisierung/die-volkswirtschaftliche-bedeutung-der-globalen-wertschoepfungsk.html](https://www.seco.admin.ch/seco/de/home/Publikationen_Dienstleistungen/Publikationen_und_Formulare/Aussenwirtschafts/Globalisierung/die-volkswirtschaftliche-bedeutung-der-globalen-wertschoepfungsk.html)

der Anteil der Rohstoffkosten eher gering ist, wirkt sich selbst ein starker Preisanstieg bei den Seltenen Erden nur geringfügig auf die Produktionskosten aus. Die Studie zeigt weiter, dass in den meisten Fällen die internationale Konkurrenz der Schweizer Industrie im gleichen Ausmass wie diese von Preissteigerungen oder Schwierigkeiten bei der Beschaffung der Seltenen Erden betroffen ist.

Die Swissmem-Untersuchung hält schliesslich fest, dass die Schweizer Unternehmen sich bewusst sind, dass die Fragen der Versorgungssicherheit ein Marktrisiko darstellen. 65 % der befragten Unternehmen geben an, dass sie bereits Massnahmen ergriffen haben, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten, oder dies beabsichtigen. Die am häufigsten genannten Massnahmen sind langfristige Zuliefervereinbarungen, die Suche nach Substituten oder Stoffen aus der Wiedergewinnung, eine gemeinsame Versorgungsstrategie mit den Zulieferern von Zwischenprodukten und die Optimierung bei der Verwendung. Die Tatsache, dass Schweizer Unternehmen sich tendenziell am Ende der Wertschöpfungskette befinden, trägt ebenfalls dazu bei, die Auswirkungen von Schwierigkeiten bei der Rohstoffbeschaffung abzumildern, weil die vorgelagerten Unternehmen ebenfalls Massnahmen zur Risikominimierung ergreifen.

### Samarium in einer Quarzuhr

In einem Artikel in «Die Volkswirtschaft»<sup>31</sup> wird folgendes Beispiel für die Verwendung Seltener Erden vorgestellt, das sich auf die Studie der Berner Fachhochschule stützt: Samarium, das zur Gruppe der Seltenen Erden gehört, wird in Form von Samarium-Kobalt für die Herstellung von Dauermagneten verwendet. Diese Magnete werden in der Uhrenindustrie zur Anregung des Quarzes in den Schweizer Quarzuhren eingesetzt. Die Schweizer Hersteller produzieren diese Magnete jedoch nicht selbst, sondern beschaffen sie bei deutschen Produzenten, die wiederum das Samarium bei einem Verkäufer in China einkaufen.



Einerseits zeigen diese Ergebnisse, dass die Schweizer Industrie keine erheblichen Wettbewerbsnachteile erleiden dürfte, selbst wenn der Preis der Seltenen Erden stark ansteigen sollte. Andererseits wird deutlich, dass für die Schweizer Industrie ein direkter Zugang zu Seltenen Erden weniger wichtig ist als ein funktionierendes multilaterales Handelssystem, das einen diskriminierungsfreien Zugang zu den ausländischen Märkten gewährleistet. Letzterer bietet Gewähr dafür, dass erstens der ausländische Produzent von Zwischenprodukten Zugang zu den von ihm benötigten Rohstoffen hat, und dass zweitens die Schweiz Zwischenprodukte ungehindert und zu günstigen Konditionen importieren kann, sowie drittens, dass die Schweizer Unternehmen ihre Waren in die Auslandsmärkte exportieren können.

<sup>31</sup> Stähli, Brechbühler Pešková, Seyler (2012) Seltene Metalle: Ist die Knappheit ein Problem für die Schweizer Industrie? Die Volkswirtschaft, Bern, 12-2012, S. 42.

## 4 Beitrag der Politik des Bundes zur Versorgung mit Seltenen Erden

Wie in Kapitel 3 ausgeführt, kann ein funktionierendes multilaterales Handelssystem eine ausreichende Versorgung mit Seltenen Erden für die Schweiz gewährleisten. Die Aussenwirtschaftspolitik trägt erheblich zur Aufrechterhaltung und zur Stärkung eines multilateralen Handelssystems bei, das sich auf Regeln stützt, dank denen der Wettbewerb gewahrt, Handelsverzerrungen beschränkt und damit ein diskriminierungsfreier Zugang der Schweiz zum Rohstoffmarkt garantiert werden kann.

In Anbetracht der Tatsache, dass die Vorkommen der Seltenen Erden begrenzt sind, können Recycling und Substituierung von Seltenen Erden in der langen Frist einen Beitrag zur Versorgung leisten. Neben der Aussenwirtschaftspolitik tragen auch die Umweltpolitik und die Innovationspolitik dazu bei, Forschung und Innovation in diesem Bereich zu fördern und unter Berücksichtigung der Schwierigkeiten bezüglich technischer und wirtschaftlicher Machbarkeit günstige Rahmenbedingungen zu schaffen.

### 4.1 Aussenwirtschaftspolitik

Die Politik der Schweiz im Bereich des Zugangs zu ausländischen Märkten stützt sich auf drei Säulen: die bilateralen Verträge mit der Europäischen Union, die Mitgliedschaft in der WTO und das Abschliessen von Freihandelsabkommen mit Handelspartnern ausserhalb der Europäischen Union. Diese Politik ist auf Marktöffnung und auf die Verbesserung der Rahmenbedingungen des internationalen Handels ausgerichtet.

In Anbetracht ihrer Zusammensetzung und ihres Zuständigkeitsbereichs ist die WTO prädestiniert, Rohstoffe und ihre Förderung in das Regelwerk des internationalen Handels zu integrieren. Neben der WTO bietet das gut entwickelte Netz der von der Schweiz abgeschlossenen Freihandelsabkommen eine Rechtsgrundlage, die den gegenseitigen Marktzugang regelt und der Schweiz ermöglicht, ihren Platz in den internationalen Wertschöpfungsketten, die auch die Rohstoffe umfassen, einzunehmen.

Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass handelsrechtliche Bestimmungen im Allgemeinen nicht dazu gedacht sind, die Versorgung mit Rohstoffen vertraglich zu garantieren, sondern einen diskriminierungsfreien Zugang zu Märkten gewährleisten sollen. In diesem Kapitel werden die wichtigsten Instrumente vorgestellt, die dazu beitragen, den Rohstoffzugang zu erleichtern und internationalen Regelungen zu unterstellen. Es werden auch bestehende Initiativen und Mechanismen vorgestellt, die darauf abzielen, die Einführung von Exportbeschränkungen zu verhindern und zu limitieren.

#### **Der multilaterale Handelsrahmen: die Welthandelsorganisation**

Die Welthandelsorganisation WTO ist die einzige internationale Organisation, welche die Handelsbeziehungen zwischen den Staaten auf globaler Ebene regelt. Sie bildet den rechtlichen und institutionellen Grundpfeiler des multilateralen Handelssystems. Die Verhandlungen bei der WTO zielen darauf ab, die Handelsströme durch eine liberalere und vorhersehbare internationale Handelspolitik im allgemeinen Interesse flüssiger zu gestalten. Sie umfassen zwei Elemente: Abbau von Handelshemmnissen, wo dies möglich ist, und Ausarbeitung von Regeln dort, wo gewisse Handelshemmnisse und andere handelspolitische Massnahmen beibehalten werden.

Gemäss Art. XI GATT sind mengenmässige Exportbeschränkungen grundsätzlich verboten. Die bestehenden Bestimmungen hindern die Mitglieder der WTO jedoch nicht daran, Zölle, Steuern oder andere Abgaben auf Exporte zu erheben. Einige neue Mitglieder der WTO (beispielsweise China) mussten jedoch zum Zeitpunkt ihres Beitritts strengere Verpflichtungen im Bereich der Exportbeschränkungen eingehen und Exportgebühren ganz oder teilweise abschaffen. Infolge der Rohstoffverteuerung im Jahr 2008 machten einige Länder jedoch Ausnahmeklauseln bei der WTO

geltend, um die Exporte auf unterschiedliche Arten einzuschränken (Verbote, mengenmässige Beschränkungen, Exportzölle usw.). Dazu gehörten auch die von China eingeführten Massnahmen betreffend einige Seltene Erden.

Im Fall von Rechtsstreitigkeiten steht den Mitgliedsländern ein Streitbeilegungsmechanismus zur Verfügung, wodurch der multilaterale Handel sicherer und vorhersehbarer wird. Die Bestimmungen zur Streitbeilegung untersagen den WTO-Mitgliedern, selbstständig über einen Verstoss gegen WTO-Regeln zu entscheiden und einseitige Massnahmen ausserhalb des vorgesehenen Verfahrens zu ergreifen. Wie in Kapitel 2.3 erwähnt, haben Japan, die Europäische Union und die Vereinigten Staaten 2012, als China für mehrere Seltene Erden Exportbeschränkungen einfuhrte, über diesen Mechanismus Beschwerde eingereicht. Als diese Massnahmen für nicht WTO-konform erklärt wurden, konnte der Rechtsstreit beigelegt werden und China erklärte sich bereit, diese Exportbeschränkungen aufzugeben.

Bevor sie vom WTO-Streitbeilegungsmechanismus Gebrauch macht, bemüht sich die Schweiz jeweils, mit den betroffenen Parteien eine bilaterale Lösung zu finden. Ausserdem setzt sich die Schweiz auf internationaler Ebene für mehr Transparenz bei den Exportbeschränkungen ein.

### **Der bilaterale Handelsrahmen: Freihandelsabkommen**

Die Schweiz hat derzeit neben dem EFTA-Übereinkommen und dem Freihandelsabkommen mit der Europäischen Union ein Netz von 30 bestehenden Freihandelsabkommen mit 40 Partnern. Die Freihandelsabkommen werden üblicherweise im Rahmen der Europäischen Freihandelsassoziation (EFTA) abgeschlossen. Die Schweiz hat aber auch die Möglichkeit – wie etwa mit Japan oder China geschehen – Freihandelsabkommen ausserhalb der EFTA abzuschliessen.

Mit dem Abschluss von Freihandelsabkommen strebt die Schweiz eine Verbesserung der Rahmenbedingungen für ihre Wirtschaftsbeziehungen mit wirtschaftlich wichtigen Partnern an. Dabei geht es darum, zum einen die Schweizer Wirtschaftsakteure beim Zugang zu ausländischen Märkten ihren wichtigsten Konkurrenten gleichzustellen, und zum anderen dafür zu sorgen, dass dieser Zugang soweit möglich stabil und ungehindert ist. Die Freihandelsabkommen bringen nicht nur der Schweizer Exportindustrie erhebliche Einsparungen an Zöllen, sondern nützen auch den Produzenten und den Konsumenten in der Schweiz, die dadurch Zugang zu günstigeren Produktionsmitteln und Investitionsgütern respektive ein günstigeres und vielfältigeres Angebot an Produkten haben. Der Wettbewerbszuwachs bringt Produktivitätsgewinne mit sich, dank denen die Schweiz ihren Platz in den weltweiten Wertschöpfungsketten behaupten kann.

In den meisten von der Schweiz abgeschlossenen Freihandelsabkommen werden die Bestimmungen analog zu denen des Allgemeinen Zoll- und Handelsabkommens (GATT von 1994) der WTO übernommen, und die Abkommen spezifizieren die Umsetzung dieser Bestimmungen, einschliesslich GATT-Artikel XI, der mengenmässige Exportbeschränkungen verbietet. Darüber hinaus enthalten alle von der Schweiz abgeschlossenen Freihandelsabkommen im Prinzip Bestimmungen respektive ein detailliertes Verfahren zur Beilegung allfälliger Streitigkeiten, die sich zwischen den Parteien ergeben könnten. Dieses Verfahren kann ausgelöst werden, wenn eine Partei der Ansicht ist, dass eine andere Partei ihren im Vertrag vorgesehenen Verpflichtungen nicht nachkommt. In diesem Fall bemühen sich die Parteien um Konsultationen im Rahmen des durch das Abkommen geschaffenen Gemeinsamen Ausschusses, um eine einvernehmliche Lösung zu finden. Gelingt ihnen das nicht, können sie ein Schlichtungsverfahren beantragen, in dem am Ende ein Schiedsgericht entscheidet. Der Entscheid dieses Gerichts ist endgültig und für die Streitparteien bindend. Die in den Freihandelsabkommen vorgesehenen Mechanismen tragen somit zum Erhalt und zum Ausbau eines offenen, regelbasierten Handelssystems bei.

### **Das Engagement der Schweiz im Rahmen der OECD**

Die Schweiz engagiert sich auch im Rahmen der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) für mehr Transparenz bei den Exportbeschränkungen. Als Forum der Industrieländer bietet die OECD, die sich insbesondere für mehr Transparenz bei Exportbeschränkungen einsetzt, der Schweiz eine wichtige Dialogplattform in Fragen betreffend Rohstoffe. In Form

eines Verzeichnisses der Exportbeschränkungen für industrielle Rohstoffe listet die OECD beispielsweise auf, mit welchen Exportabgaben, Verboten, Anforderungen für Lizenzen und weiteren Massnahmen Regierungen die Ausfuhr von Industrierohstoffen, insbesondere Mineralien, Metall und Holz, reglementieren.<sup>32</sup>

Darüber hinaus hat die OECD als Beitrag zum sachkundigen Dialog zwischen den Ländern eine Reihe von Arbeiten über die wirtschaftlichen Auswirkungen von Exportbeschränkungen veröffentlicht. Die OECD betont, dass ein noch solideres multilaterales Regelwerk (wie es bereits betreffend Importbeschränkungen existiert) im Bereich der Exportbeschränkungen wünschenswert ist. Zwischenzeitlich setzt sie sich dafür ein, einige der schädlichsten Auswirkungen von Exportbeschränkungsmassnahmen dadurch in Grenzen zu halten, indem Transparenzregeln für die Konzeption, Entwicklung und Anwendung von Exportbeschränkungen verabschiedet werden.<sup>33</sup>

## 4.2 Umweltpolitik

Wie zuvor erwähnt, ist das Recycling ein Faktor, der beim Thema Versorgung mit Seltenen Erden, zumindest langfristig, berücksichtigt werden muss. So hat die Schweiz begonnen, sich im Rahmen des vom Bundesrat im März 2013 verabschiedeten Aktionsplans Grüne Wirtschaft<sup>34</sup> mit der Frage des Recyclings von Seltenen Erden zu befassen. Dieses Thema der Zukunft betrifft indes nicht nur die Schweiz, sondern stellt eine Herausforderung auf globaler Ebene dar.

Die Arbeiten des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) sind in einem weiter gefassten Referenzrahmen angesiedelt als der Gegenstand des vorliegenden Berichts. Dort wird das Recycling von Hochtechnologiemetallen untersucht, zu denen nicht nur Seltene Erden, sondern insbesondere auch sogenannte kritische Metalle wie Indium, Tantal, Zinn oder Silber gehören. Ausserdem besteht der Hauptzweck dieser Arbeiten nicht darin, die Versorgungssicherheit zu erhöhen, sondern die Umweltbelastung durch die Verwendung von Seltenen Erden zu verringern. Die Frage der Umweltauswirkungen des Abbaus von Seltenen Erden – wie auch von anderen Metallen – kann jedoch ebenfalls einen Einfluss auf die Versorgung haben, da erhebliche Umweltschäden die Produktion behindern können, wodurch die Versorgungsmöglichkeiten eingeschränkt werden.

Zu den Massnahmen des Aktionsplans Grüne Wirtschaft von 2013 gehört die Prüfung von Möglichkeiten zur Optimierung des Recyclings von Hochtechnologiemetallen, insbesondere die Wiedergewinnung von seltenen Metallen aus Elektronikabfällen. Seit 2013 sind in diesem Zusammenhang mehrere Projekte realisiert worden, beispielsweise die Untersuchung der Ströme von Metallen bei der Aufbereitung von Elektronikabfällen. Im Rahmen der laufenden Revision der Verordnung über die Rückgabe, die Rücknahme und die Entsorgung elektrischer und elektronischer Geräte (VREG) soll eine Rechtsgrundlage geschaffen werden, die das Recycling von Hochtechnologiemetallen dort vorschreibt, wo dies technisch machbar, wirtschaftlich tragbar und ökologisch sinnvoll ist. Unter denselben Voraussetzungen soll die materialbezogene Sortierung und Rückgewinnung der elektronischen Komponenten in Altfahrzeugen ebenfalls obligatorisch werden.

Das BAFU hat mehrere Studien durchgeführt, um zu evaluieren, inwieweit die Rückgewinnung von Hochtechnologiemetallen aus Elektronikabfällen technisch machbar, wirtschaftlich tragbar und ökologisch sinnvoll ist. Zwar ist die Schweiz zusammen mit Deutschland bei der Forschung in diesem Bereich führend, doch erste Ergebnisse zeigen, dass das Recycling von Hochtechnologiemetallen zahlreiche Herausforderungen mit sich bringt.

---

<sup>32</sup> Das Verzeichnis ist zugänglich unter: <http://www.compareyourcountry.org/trade-in-raw-materials?cr=oeed&lg=en&page=0>

<sup>33</sup> OECD (2014) Export Restrictions in Raw Materials Trade: Facts, Fallacies and Better Practices, Paris.

<sup>34</sup> Abrufbar unter: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaft-konsum/fachinformationen/gruene-wirtschaft/politischer-auftrag-fuer-eine-gruene-wirtschaft.html>.

Einerseits liegen die meisten Hochtechnologiemetalle, verglichen mit anderen Metallen wie Stahl oder Aluminium, in den Elektronikabfällen in kleinen Mengen vor<sup>35</sup>, was im Besonderen auf die Seltenen Erden zutrifft. So enthält bspw. gemäss einer 2018 durchgeführten Studie ein durchschnittliches Smartphone lediglich 0,082 g Seltene Erden.<sup>36</sup> Andererseits gibt es für verschiedene Hochtechnologiemetalle zwar Recyclingverfahren, diese sind aber beim heutigen Forschungsstand aufgrund des relativ niedrigen Rohstoffpreises oft nicht rentabel. Auch diese Feststellung trifft besonders auf die Seltenen Erden zu. Für Neodym beispielsweise steht bereits ein Recyclingverfahren zur Verfügung, das jedoch derzeit nicht rentabel ist.<sup>37</sup> Schliesslich werden die Anwendungsformen der Hochtechnologiemetalle (einschliesslich der Seltenen Erden) in elektronischen Geräten ständig weiterentwickelt, was die Evaluierung der Wirtschaftlichkeit des Recyclings erschwert, die auch von der Konzentration der Metalle in den Elektronikabfällen abhängig ist. So dürfte in den nächsten Jahren der Anteil an Neodym in elektronischen Geräten gegenüber anderen Verwendungen tendenziell abnehmen, weil Festplattenlaufwerke («hard disk drives», HDD) zunehmend durch Solid-State-Laufwerke («solid-state drives», SSD) abgelöst werden.<sup>38</sup> Diese Herausforderungen erklären, warum die Recyclingquote der Seltenen Erden unter 1 % beträgt.<sup>39</sup>

Die BAFU-Studien zeigen, dass die Schwierigkeiten beim Recycling von Hochtechnologiemetallen insbesondere auf die Seltenen Erden zutreffen. Es ist deshalb zweckmässig, den Wissensstand auf diesem Gebiet weiter zu verbessern, um abzuschätzen, für welche Metalle das Recycling technisch durchführbar, wirtschaftlich tragbar und ökologisch sinnvoll ist. Deshalb führt das BAFU, basierend auf dem Bericht «Grüne Wirtschaft – Massnahmen des Bundes für eine ressourcenschonende, zukunftsfähige Schweiz», seine Arbeiten zur technischen und wirtschaftlichen Durchführbarkeit der Rückgewinnung von Hochtechnologiemetallen aus Elektronikabfällen, insbesondere im Hinblick auf die Optimierung der Vorbehandlung zur Rentabilitätssteigerung des Recyclings, fort. Darüber hinaus sind Untersuchungen zur allgemeinen Erhöhung der ökologischen Effizienz der Metallrecyclingsysteme und zur Zertifizierung von Metallen, die mit ökologischen Verfahren gewonnenen werden, geplant. Schliesslich prüft das BAFU weiterhin die Möglichkeit der Rückgewinnung von Hochtechnologiemetallen bei der ergänzenden Verwertung von Elektronikabfällen und anderen Abfällen, insbesondere mit hydrometallurgischen oder pyrometallurgischen Verfahren.

### 4.3 Forschungs- und Innovationspolitik

Neben den Forschungsarbeiten im Rahmen von Mandaten einzelner Bundesämter (wie etwa zum Recycling von seltenen technischen Metallen im Rahmen des Aktionsplans Grüne Wirtschaft) und der allgemeinen Unterstützung des Bundes für Bildungs- und Forschungseinrichtungen, sind die wichtigsten Instrumente zur direkten Unterstützung von Forschung und Innovation, die mit öffentlichen Geldern finanziert werden, der Schweizerische Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Entwicklung (SNF) und die Schweizerische Agentur für Innovationsförderung (Innosuisse).

Sie dienen der Förderung von Forschung und Entwicklung und leisten Beiträge an Projekte, auch im Bereich Recycling und Substituierung von Seltenen Erden.

---

<sup>35</sup> Wäger, P.A., Widmer, R. and Stamp A. (2011) Scarce technology metals – applications, criticalities and intervention options. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern.

<sup>36</sup> Smodis, M., Samec, N., Kosec, B., Donik, C., Godec, M., & Rudolf, R. (2018). The content of rare-earth elements in mobile-phone components. *Materials and technology*. 52(3), 259-268.

<sup>37</sup> Böni et al. (2015) Rückgewinnung von kritischen Metallen aus Elektronikschrott am Beispiel von Indium und Neodym. Studie mit Unterstützung der Umwelttechnologieförderung des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Bern.

<sup>38</sup> Ebd.

<sup>39</sup> OECD (2015), *Material Resources, Productivity and the Environment*, OECD Green Growth Studies, OECD Publishing, Paris, S.159, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264190504-en>.

## Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung

Der SNF wird im Zeitraum 2017-2020 mit 4,1 Milliarden Franken vom Bund unterstützt. Er verfügt über eine breite Palette an Instrumenten zur Förderung der Wissenschaft. Die Projekte werden in einem unabhängigen Verfahren ausgewählt.

Die Finanzierung von qualitativ hochstehenden Projekten im Bereich der freien Grundlagenforschung steht im Zentrum der Arbeit des SNF. Das wichtigste Instrument des SNF, die Förderung von Einzelprojekten, lässt den Forschenden die Freiheit, den Gegenstand und den Rahmen ihrer Forschungsarbeiten zu definieren. Der SNF schreibt den Forschenden keine Themen vor und fördert auf diese Weise innovative Ansätze und neue Ideen. Laut der Datenbank des SNF<sup>40</sup> haben über 170<sup>41</sup> derzeit oder in der Vergangenheit unterstützte Projekte einen Bezug zum Thema Seltene Erden. Dazu gehören auch Forschungsarbeiten über die Substituierbarkeit der Seltenen Erden. In einem von der EMPA in Zusammenarbeit mit dem nationalen rumänischen Institut für Materialphysik durchgeführten Projekt sollen beispielsweise Magnete aus Nanokompositstoffen entwickelt werden, bei denen keine Seltenen Erden verwendet werden, die aber dennoch eine höhere Korrosions- und Hitzebeständigkeit aufweisen.<sup>42</sup>

Bei anderen Instrumenten zur Forschungsförderung macht der SNF strikere Vorgaben, sei es in Bezug auf das Thema oder den Forschungsrahmen. Das ist hauptsächlich bei den Nationalen Forschungsprogrammen (NFP) und den Nationalen Forschungsschwerpunkten (NFS) der Fall. Die NFS fördern die nachhaltige Schaffung von Kompetenzzentren und Netzwerken in Bereichen, die für die Zukunft der Wissenschaft, der Wirtschaft und der Schweizer Gesellschaft von strategischer Bedeutung sind, wie etwa Nanowissenschaften, Biowissenschaften, Robotertechnik, Klima oder Demokratie. Die NFS werden vom SNF ausgeschrieben, und dieser empfiehlt dem Eidgenössischen Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung (WBF) eine Auswahl der im Hinblick auf ihre Realisierung am besten bewerteten Anträge. Den endgültigen Entscheid fällt das WBF. Derzeit laufen in diesem Rahmen keine Projekte, die sich direkt mit Seltenen Erden befassen. Mit den NFP sollen aktuelle gesellschaftliche, politische und wirtschaftliche Probleme angegangen werden; Themenvorschläge können in einer öffentlichen Ausschreibung eingereicht werden. Der Bundesrat legt periodisch die Themen und den finanziellen Rahmen für neue NFP fest. Anschliessend trifft die Bundesverwaltung eine Auswahl und beauftragt den SNF mit der Durchführung der Forschungsprogramme. Die NFP bieten einen Rahmen für koordinierte, auf ein gemeinsames Ziel ausgerichtete Forschungsprojekte. Um Forschungslücken im Bereich der Ressourceneffizienz zu schliessen, hat der Bundesrat am 23. März 2016 das neue NFP «Nachhaltige Wirtschaft» lanciert, das derzeit durchgeführt wird. Die Forschungsdauer ist auf fünf Jahre festgelegt, und das Gesamtbudget beträgt 20 Millionen Franken. Zurzeit befassen sich vier Studien, die allerdings nicht spezifisch auf die Substituierung der Seltenen Erden ausgerichtet sind, mit der Kreislaufwirtschaft.<sup>43</sup>

## Innosuisse

Innosuisse ist das Organ des Bundes zur Förderung wissenschaftsbasierter Innovation im Interesse von Wirtschaft und Gesellschaft. Die Aufgabe der Agentur besteht darin, eine Brücke zwischen Wissenschaft und Markt zu schlagen, um den Innovationsprozess zu fördern und zu beschleunigen. Das Hauptinstrument von Innosuisse ist die Förderung von Innovationsprojekten. So beteiligt sich Innosuisse an der Finanzierung von Projekten, die nach der Bottom-up-Methode gemeinsam von Unternehmen und Forschungseinrichtungen eingereicht und durchgeführt werden. Innosuisse arbeitet nach dem Subsidiaritätsprinzip und unterstützt innovative Projekte nur dann,

<sup>40</sup> <http://p3.snf.ch/>.

<sup>41</sup> Von diesen 170 Projekten werden rund 50 durch Förderinstrumente wie etwa das Programm SCOPES finanziert, mit dem bis 2016 die Forschungszusammenarbeit mit Osteuropa gefördert wurde, oder R'EQUIP, das die Anschaffung von modernsten Apparaturen für Forschungsprojekte finanziert.

<sup>42</sup> Nähere Informationen auf: <http://p3.snf.ch/project-142256>.

<sup>43</sup> Nähere Informationen auf: <http://www.nfp73.ch/fr/projets/economie-circulaire>.

wenn sie ohne Finanzierung nicht zustande kämen oder ihr Marktpotential ungenutzt bliebe. Entsprechend ihrem Auftrag, der nach der Bottom-up-Methode funktioniert, fördert Innosuisse keine spezifischen Forschungsthemen.

Neben den Forschungsarbeiten im Rahmen gewisser Mandate der Bundesämter (z.B. nationaler Aktionsplan Grüne Wirtschaft) bieten die bestehenden Instrumente zur Forschungs- und Innovationsförderung günstige Bedingungen für Forschung und Innovation im Bereich der Seltenen Erden, wie die zahlreichen vom SNF unterstützten Projekte zu diesem Thema zeigen. Im Übrigen muss daran erinnert werden, dass der Bund mit seiner Unterstützung von Bildungs- und Forschungseinrichtungen, beispielsweise der Finanzierung der Eidgenössischen Technischen Hochschulen, der Universitäten und der Fachhochschulen, seinen Beitrag zum Fortschritt im Bereich Forschung und Innovation leistet.

## 5 Schlussfolgerung

Als Seltene Erden bezeichnet man 17 Metalle, die wegen ihrer elektronischen, magnetischen, optischen und katalytischen Eigenschaften bei der Herstellung von Produkten der Spitzentechnologie und bei der Entwicklung von umweltfreundlichen Technologien eingesetzt werden. Aufgrund der jüngsten technologischen Entwicklungen haben sie grosse Bedeutung erlangt. Anders als ihre Bezeichnung vermuten lässt, sind die Seltenen Erden nicht selten; beispielsweise kommen sie in der Erdkruste häufiger vor als Gold oder Silber. Heute sind jedoch nur wenige Minen bekannt, in denen die Konzentration an Seltenen Erden so hoch ist, dass ihre Gewinnung zu den aktuellen Weltmarktpreisen rentabel ist. Diese Vorkommen befinden sich hauptsächlich in China. Die von China 2010 eingeführten Exportbeschränkungen und der damit einhergehende Preisanstieg haben viele Fragen in Bezug auf die Versorgungssicherheit der Seltenen Erden aufgeworfen.

Die Analyse der weltweiten Produktion und Reserven sowie der Preisentwicklung hat gezeigt, dass sich die Lage seit 2010 entspannt hat. Zum einen wurde der Konflikt mit China über die Exportbeschränkungen im Rahmen der WTO beigelegt, zum anderen ist die weltweite Produktion von Seltenen Erden heute besser verteilt. Seither sind neue Lagerstätten entdeckt worden und der Preis der Seltenen Erden ist gesunken. Insgesamt sind die globalen Märkte in der Lage, eine ausreichende Versorgung mit Seltenen Erden zu gewährleisten.

Auch in der Schweiz werden verschiedene Seltene Erden verwendet, vor allem von der MEM-Industrie. Untersuchungen zeigen jedoch, dass die Schweiz diese Produkte hauptsächlich indirekt in Form von verarbeiteten Vorprodukten (beispielsweise Magneten) importiert. Sie zeigen auch, dass aufgrund der geringen Mengen Seltener Erden, die in den Endprodukten verwendet werden, und des im allgemeinen niedrigen Anteils der Rohstoffkosten für die Schweizer Industrie, sich ein starker Preisanstieg nicht entscheidend auf die Wettbewerbsfähigkeit der betroffenen Schweizer Unternehmen auswirkt. Es muss auch darauf hingewiesen werden, dass die meisten ihrer ausländischen Konkurrenten im gleichen Masse von einem Preisanstieg betroffen wären. Für Schweizer Unternehmen ist der Zugang zu Vorprodukten und ein bevorzugter Marktzugang bei Exporten erheblich wichtiger als ein direkter Zugang zu den Seltenen Erden.

Der Bundesrat ist der Meinung, dass auch im Fall einer Verknappung und Verteuerung der Rohstoffe, die Rohstoffbeschaffung hauptsächlich Sache des Privatsektors ist. Er setzt sich deshalb schwerpunktmässig für ein offenes, auf Regeln gestütztes Welthandelssystem im Rahmen der WTO und für den Aufbau eines umfassenden Netzes von Freihandelsabkommen ein. Diese erleichtern und regeln den Marktzugang, damit die Schweiz ihren Platz in den globalen Wertschöpfungsketten, zu denen auch die Rohstoffe gehören, sicherstellen kann. So untersagt das GATT-Abkommen der WTO mengenmässige Exportbeschränkungen, und im Falle von Streitigkeiten können die Mitgliedsländer von einem Streitbeilegungsmechanismus Gebrauch machen.

Da die Reserven dieser Stoffe – obschon neue Vorkommen entdeckt werden – begrenzt sind, müssen für die Versorgung in der langen Frist Recycling und Substituierung der Seltenen Erden in Betracht gezogen werden. Die aktuelle Forschung in der Schweiz leistet zusammen mit den insbesondere vom SNF zur Verfügung gestellten Instrumenten einen Beitrag, um neue Substitute für Seltene Erden zu finden und neue Recyclingmethoden zu entwickeln. Die Forschung im Rahmen des nationalen Aktionsplans Grüne Wirtschaft zeigt jedoch, dass beim Recycling noch zahlreiche Herausforderungen bestehen, insbesondere was die technische Machbarkeit und die wirtschaftliche Rentabilität angeht. Abgesehen von den Ungewissheiten im Hinblick auf die Reserven muss festgehalten werden, dass es schwierig ist, die Entwicklung der Nachfrage nach Seltenen Erden zu antizipieren, weil diese von der technologischen Entwicklung abhängig ist.

Untersuchungen haben gezeigt, dass die Schweiz mit ihrer Aussenwirtschaftspolitik, ihrer Umweltpolitik und ihrer Forschungs- und Innovationspolitik den Herausforderungen betreffend der Versorgung mit den von ihrer Industrie benötigten Seltenen Erden gerecht wird. Der Bundesrat ist deswegen der Ansicht, dass die Einführung neuer Massnahmen nicht erforderlich ist.

## 6 Anhang

### 6.1 Eingereichter Text

#### Postulat (12.3475)

#### Metalle der Seltenen Erden. Ressourcenstrategie

Eingereicht von: Schneider-Schneiter Elisabeth  
 Einreichungsdatum: 12.06.2012  
 Eingereicht im: Nationalrat  
 Stand der Beratungen: Angenommen

#### Eingereichter Text

Der Bundesrat wird beauftragt, in einem Bericht aufzuzeigen, wie die Schweiz langfristig die von der schweizerischen Industrie benötigten Ressourcen an Metallen der Seltenen Erden sichern kann, wie er die Abhängigkeit reduzieren kann und welche Aussenwirtschaftspolitik er dazu verfolgt. Der Bericht soll aufzeigen, welche Massnahmen im Bereich Forschung vorgesehen sind, mit dem Ziel der Substituierung der kritischen Rohstoffe durch weniger kritische. Gleichzeitig soll der Bericht aufzeigen, wie die Recycling-Wirtschaft dahingehend unterstützt werden kann, dass eine bessere Wiederverwertbarkeit dieser Stoffe möglich wird. Im Bericht soll auch geprüft werden, ob sich die Schweiz in irgendeiner Art an der Zugänglichkeit der Ressourcen auf dem Meeresboden beteiligen kann und welche Voraussetzungen dazu geschaffen werden müssen.

#### Begründung

Die Sicherstellung der Rohstoffversorgung ist für den Industriestandort von existenzieller Bedeutung. Insbesondere bei den Metallen der Seltenen Erden bestehen mittelfristig Engpässe, welche den Werkplatz Schweiz gefährden können. Diese Metalle werden zwar nur in geringen Mengen eingesetzt, sind aber kurz- und mittelfristig kaum substituierbar. Die Hightech-Industrie benötigt die Rohstoffe in Schlüsseltechnologien zur Herstellung von beispielsweise Handys, Elektroautos, Bildschirmen oder auch Solarpanels. Da die heutigen Abbaugelände dieser Rohstoffe auf wenige Länder konzentriert sind und die Weltproduktion der Seltenen Erden zu 97 Prozent von China dominiert wird, ist davon auszugehen, dass der Zugang zu diesen Rohstoffen zunehmend beeinträchtigt werden könnte. Im letzten Jahr wurden im Pazifischen Ozean riesige Reserven von Metallen der Seltenen Erden entdeckt. Der Umfang der Lagerstätte wird auf rund 100 Milliarden Tonnen geschätzt. Viele Staaten versuchen sich diese Quelle nun zu erschliessen.

#### Stellungnahme des Bundesrates vom 22.08.2012

Auch in Zeiten knapper und teurer werdender Rohstoffe ist die Rohstoffversorgung in erster Linie Sache der Privatwirtschaft. Der Bundesrat ist jedoch bereit, in einem Bericht die Thematik des Zugriffs auf Seltene Erden zu beleuchten und die staatlichen Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen, die längerfristig zur Versorgung der Wirtschaft mit Seltenen Erden beitragen. Die Problematik der kritischen Rohstoffe wird im EVD seit längerem bearbeitet.

#### Antrag des Bundesrates vom 22.08.2012

Der Bundesrat beantragt die Annahme des Postulates.