

# aktuelle analysen | 73



Hanns  
Seidel  
Stiftung

## Versorgungssicherheit bei Kritischen Rohstoffen

Neue Herausforderungen durch Digitalisierung  
und Erneuerbare Energien

Frank Umbach

# Versorgungssicherheit bei Kritischen Rohstoffen

Neue Herausforderungen durch Digitalisierung und  
Erneuerbare Energien

---

# Inhalt

<b>1. Einführung</b> .....	5
<b>2. Strategische Entwicklungstrends bei Kritischen Rohstoffen</b> .....	11
2.1 Seltene Erden .....	15
2.2 Lithium .....	19
2.3 Kobalt .....	23
2.4 Kupfer .....	26
<b>3. Gegenwärtige und künftige Versorgungssicherheit sowie Kritikalität von Rohstoffen</b> .....	28
<b>4. Internationale Gegenstrategien einer Kreislaufwirtschaft zur Stärkung der Rohstoffversorgungssicherheit</b> .....	35
4.1 Diversifizierung der Importe und neue Versorgungsoptionen .....	36
4.2 Die Reduzierung der konkreten Nachfrage .....	37
4.3 Substitution .....	38
4.4 Recycling und Wiederverwendung .....	39

---

<b>5. Deutschlands Rohstoffversorgungssicherheit am Scheideweg</b> .....	42
<b>6. Strategische Perspektiven und Politikempfehlungen</b> .....	47
Anmerkungen .....	52



**DR. FRANK UMBACH**

Forschungsdirektor am European Centre for Climate, Energy and Resource Security (EUCERS), King's College London; Adjunct Senior Fellow an der S. Rajaratnam School of International Studies (RSIS), Nanyan Technological University (NTU), Singapur; Visiting Professor am College of Europe, Natolin / Warschau und Executive Advisor bei ProventisPartners (M&A), München

/// Neue Herausforderungen durch Digitalisierung und Erneuerbare Energien

# Versorgungssicherheit bei Kritischen Rohstoffen

## 1. Einführung

Im Zuge des sich verschärfenden Handelskonfliktes zwischen den USA und China wurde im Mai von chinesischen Staatsmedien gedroht, dass die Pekinger Regierung eine Exportreduzierung des Kritischen Rohstoffes der Seltenen Erden (SE) gegenüber den USA verhängen könnte. Zur Unterstreichung der Drohungen unternahm der chinesische Präsident Xi Jinping einen politisch symbolischen Besuch bei einer der größten chinesischen Minen und Aufbereitungsanlagen für SE und verhängte seinerseits eine fünfundzwanzigprozentige Erhöhung der Importtarife für SE aus der US Mountain Pass Mine für die Weiterverarbeitung in China.<sup>1</sup> Bereits zuvor hatten internationale Experten gewarnt, dass China künftig seine Exporte von SE aufgrund des starken Anstiegs des inländischen Bedarfs für den Bau von Elektroautos und andere Hightech-Industrien stark einschränken könnte.<sup>2</sup>

Eine solche Exportverknappung könnte nicht nur massive Auswirkungen auf die US-Wirtschaft, sondern sogar die Weltwirtschaft haben. Zwar ist der weltweite Handel von SE in Höhe von jährlich 9 Mrd. US-Dollar auf den ersten Blick klein, doch haben die Industrien, die auf SE angewiesen sind, einen Marktwert von mehr als 7 Billionen US-Dollar.<sup>3</sup> Die 17 Metalle (wie Neodym, Dysprosium, Lanthan und Cer) sind für die High-Tech-Industrie unentbehrlich und in Smartphones, Computer, Bildschirmen, anderen Elektrogeräten

**China drohte den USA mit einer Reduzierung im Export von Seltenen Erden.**

ebenso zu finden wie in wartungsarmen Windkraftanlagen und hocheffizienten Elektroantrieben, Autos und Hightech-Waffensystemen (wie in Düsenantrieben, Satelliten, Laser, Zielführungs- und Navigationssystemen bei Marschflugkörpern, Raketen und Drohnen und zahlreichen anderen Elektronikkomponenten).<sup>4</sup>

Die chinesische Drohung einer Exportverknappung hat Befürchtungen in den USA bestätigt, dass China die US-Rohstoffimportabhängigkeit außenpolitisch instrumentalisieren könnte und damit die zweifelhafte Versorgungssicherheit bei Kritischen Rohstoffen (KR)<sup>5</sup> (auch als „strategische Rohstoffe“ deklariert) in der US-Wirtschaft und Verteidigungsindustrie offenlegen würde. So beziehen die USA die SE zu rund 80 % aus China. Daher haben die USA die SE von ihrer Importliste mit höheren Einfuhrzöllen für chinesische Güter ausgenommen.<sup>6</sup>

**China wird vermehrt als der wirtschaftliche und militärische Rivale der USA wahrgenommen.**

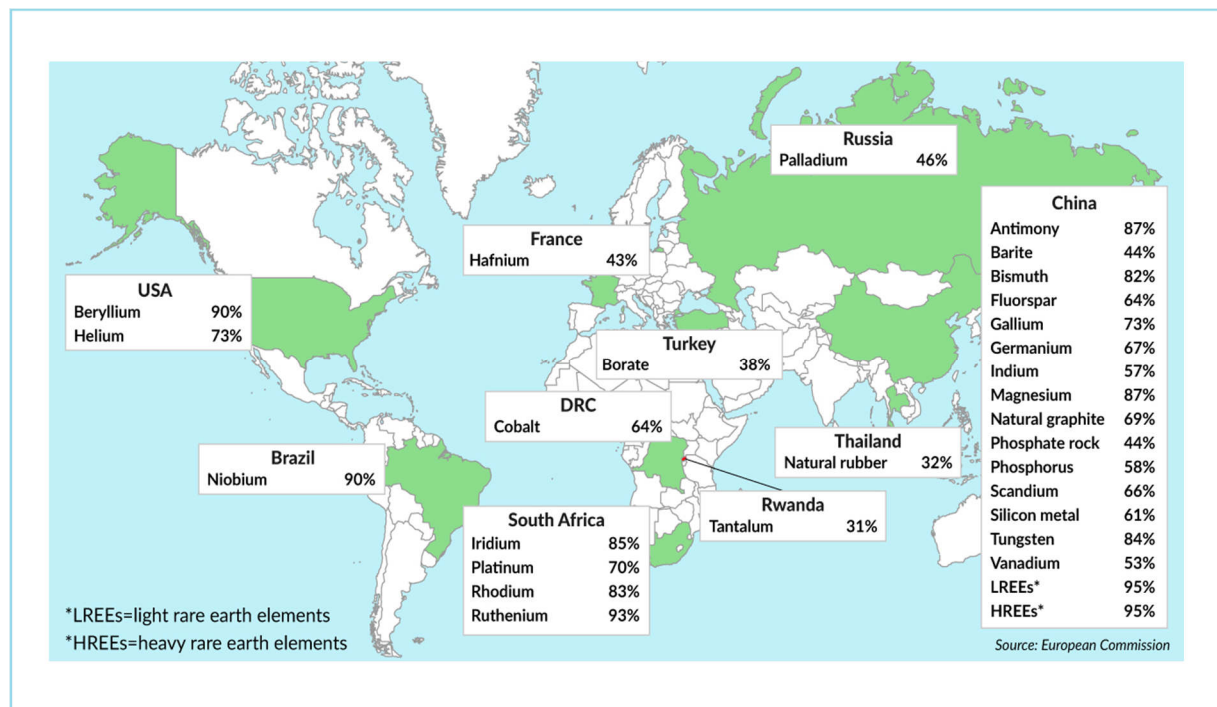
In der EU und den USA gibt es seit Jahren eine Debatte über die Rohstoffabhängigkeiten vor allem von China. Diese hat in dem Maße zugenommen, wie China als der eigentliche zukünftige wirtschaftliche und militärische Rivale der USA sowohl in der asiatisch-pazifischen Region als auch global wahrgenommen wird. Aus Sicht internationaler Experten werden die zukünftigen Supermächte nicht nur diejenigen sein, welche die neuesten disruptiven Schlüsseltechnologien entwickeln und zur Anwendung bringen, sondern diejenigen Wirtschaftsmächte, die alle wichtigen strategischen Wertschöpfungsketten kontrollieren – und damit auch die strategische Kontrolle über die hierfür notwendigen weltweiten Reserven der KR in einem neuen „Jahrhundert der Seltenen Metalle“ („Rare Metal Age“) ausüben.<sup>7</sup>

Seit ihrem Amtsantritt hatte die Trump-Regierung eine Stärkung der Inlandsförderung von Rohstoffen im Sinne Ihrer „America First“-Agenda propagiert und zahlreiche Initiativen ins Leben gerufen. Diese zielen auf eine verringerte Abhängigkeit von Importen der KR ebenso ab wie auf eine Importdiversifizierung aus dem Ausland. Auch der Vorschlag von Präsident Trump, Grönland zu kaufen, hatte nicht nur sicherheitspolitische Gründe, sondern war genauso dem großen Rohstoffreichtum Grönlands geschuldet. So werden die Vorräte an SE auf 38,5 Mio. t geschätzt, was rund ein Drittel der gesamten Weltreserven von 120 Mio. t ausmacht. Der Vorschlag mag auch Teil der US-Bemühungen sein, das chinesische Interesse an Grönlands Ressourcenreichtum zurückzudrängen. So ist eine chinesische Firma für das bisher einzige Förderprojekt für SE in Grönland verantwortlich.<sup>8</sup> Die gesamten Ressourcen an Seltenerdoxiden machen die Arktis mit 126,76 Mio. t zu einer Schlüsselregion für die künftige globale Förderung von SE. So gibt es nur 54 größere Lagerstätten mit mehr als 500.000 t an SE. Damit verfügt die Arktis (und damit Russland) nach China über die weltgrößten Vorkommen.<sup>9</sup>

Zudem hatte China sein Förder- und Exportmonopol bei den SE bereits 2010 in einem eskalierenden maritimen Territorial- und Ressourcenkonflikt mit Japan instrumentalisiert, als es ohne Vorankündigung einen Exportstopp bei SE nach Japan verhängte, das seinerzeit der weltgrößte Importeur der SE aus China war. Zu diesem Zeitpunkt kontrollierte China die weltweite Förderung bei SE sogar zu 97 %, obwohl es selbst nur über weniger als 40 % der weltweiten Reserven und bis zu 57 % der globalen Ressourcen<sup>10</sup> verfügt.<sup>11</sup>

Die chinesische Strategie der vollständigen strategischen Kontrolle von kritischen Wertschöpfungsketten – von der Forschung über die Förderung bis zur Weiterverarbeitung der KR bis hin zu den Endprodukten – für zukünftige Schlüsseltechnologien ist nicht nur von den USA verschlafen worden. In Deutschland hat zwar vor allem der Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) seit etwa 2004/5 auf die zunehmende Abhängigkeit der deutschen Wirtschaft von einer stabilen Versorgung von KR hingewiesen und gemeinsame politisch-wirtschaftliche Gegenstrategien vorgeschlagen.<sup>12</sup> Auch die weltweiten Trends in Richtung eines zunehmenden Ressourcennationalismus vieler Länder mit der dramatischen Zunahme von staatlichen Eingriffen

Abbildung 1: Anteile Chinas bei der weltweiten Versorgung Kritischer Rohstoffe



Quelle: Frank Umbach: The Growing Importance of Raw Material Supplies, Geopolitical Intelligence Service (GIS), 19 June 2018

hatten die marktwirtschaftliche Ausrichtung der internationalen Handelspolitik und Ordnung der Welthandelsorganisation (WTO) bereits in jenen Jahren erheblich geschwächt. Doch haben sich die bisherigen Debatten und Analysen weitgehend auf die Angebotskonzentration und die Diversifizierung der Importe beschränkt und nicht das Augenmerk auf die chinesische Kontrolle der wichtigsten technologischen und industriellen Wertschöpfungsketten gerichtet und damit auch auf die Weiterverarbeitung der SE zu Zwischen- und Endprodukten (wie permanente Magneten).

**In der EU versucht man, Lieferfähigkeit und Lieferwilligkeit der Rohstoffexporteure einzuschätzen.**

Im Zusammenhang mit der globalen Rohstoffhausse und den rapiden Preissteigerungen bis 2008 (Beginn der weltweiten Finanzkrise), der zunehmenden Angebotskonzentration auf immer weniger Länder und Unternehmen, steigende Handels- und Wettbewerbsverzerrungen durch politische Einschränkungen der Rohstoffverfügbarkeit und Kontrolle der Lagerstätten im Ausland stellten sich bereits vor mehr als 10 Jahren vermehrt Fragen. Es wurde sowohl über die Lieferfähigkeit als auch die Lieferwilligkeit der Rohstoffexporteure spekuliert – alles Themen, die über 20 Jahre in Deutschland und der EU nicht mehr eingehender diskutiert worden waren.<sup>13</sup>

Die Rohstoffsicherheit ist jedoch die zentrale Voraussetzung für die Stabilität der gesamten wirtschaftlichen Wertschöpfungsketten. Vor allem Deutschland als eher rohstoffarmes Land und Export(vize)weltmeister ist auf eine funktionierende Weltwirtschaftsordnung, politische Stabilität in den Energie- und Rohstoff produzierenden und exportierenden Staaten sowie sichere Transportrouten zu Lande und zu Wasser angewiesen.<sup>14</sup> Zwar ist Deutschland keineswegs ein „rohstoffarmes“ Land und kann den Bedarf an Steine- und Erdenrohstoffe, Kali und Salzen sowie einigen Industriemineralen vollständig aus heimischen Lagerstätten decken. Bei Metallen und den kritischen „Technologie-Metallen“ ist die deutsche und europäische Industrie jedoch stark von Importen aus dem Ausland (bei Primärmetallen zu 100 %) und vom Zugang zu ausländischen Minen sowie der Verfügbarkeit auf den internationalen Rohstoffmärkten abhängig.<sup>15</sup>

Doch dauerte es in Deutschland bis 2010, bevor die Bundesregierung sich mit der Wirtschaft auf ein erstes Rohstoffkonzept einigen konnte. Auch auf Seiten der EU wurden die Herausforderungen und die Problematik der Rohstoffversorgungssicherheit seit 2008 zwar konzeptionell erfasst und eine „Rohstoff-Initiative“ mit entsprechenden Gegenmaßnahmen proklamiert. Allerdings haben die Mitgliedsstaaten weiterhin die Souveränität bei der nationalen Rohstoffversorgung. Gleichzeitig wurden die weltweiten Tendenzen eines neuen internationalen Ressourcennationalismus nicht ausreichend zur Kenntnis genommen und erweisen sich bisher keineswegs als kurzfristige zyklische Tendenzen mit allenfalls temporären Auswirkungen.<sup>16</sup>

Zudem wird der internationale Rohstoffmarkt durch vier riesige Rohstoffkonzerne beherrscht, die eine hohe Angebotskonzentration mit oligopolistischen Auswirkungen zur Folge haben: den beiden australischen Firmen BHP und Rio Tinto, Vale aus Brasilien sowie Glencore Xstrata aus der Schweiz. Allerdings sehen sich diese „vier Schwestern“ (analog der früheren „sieben Schwestern“ auf dem Rohölmarkt) seit rund einem Jahrzehnt einer immer größeren Konkurrenz durch chinesische Staatsunternehmen mit starker politischer Rückendeckung der Pekinger Regierung ausgesetzt, welche den nationalen Ressourcennationalismus weiter verstärkt hat und vor allem mittelständische Unternehmen wie in Deutschland vor große Probleme stellt. Zwar gibt es bei den weltweiten Rohstoffmärkten eine Vielzahl von internationalen Institutionen für eine globale Regierungsarchitektur. So identifizierte eine holländische Studie in 2017 nicht weniger als 144 Institutionen und Organisationen, die mit natürlichen Ressourcen und Rohstoffen zu tun haben. Aber diese globale Regierungsarchitektur ist durch eine hohe Fragmentierung und einen Mangel an Effizienz sowie weltweiter Koordination zwischen diesen Organisationen, Institutionen und Foren gekennzeichnet.<sup>17</sup>

In den letzten Jahren haben sich darüber hinaus die internationalen Herausforderungen durch den weltweiten Ausbau der Erneuerbaren Energien (EE), anderer „grüner Technologien“, der Digitalisierung aller Industriesektoren („Industrie 4.0“<sup>18</sup>) sowie bei Batterietechnologien oder Künstlicher Intelligenz (KI) weiter verschärft, da diese neuen Technologien sehr viel materialintensiver sind als die alte fossile Energiewirtschaft und demnach weitaus mehr KR für die neuen Technologien benötigen.<sup>19</sup> Dabei ist die Markt- und Angebotskonzentration für viele für die Energiewende benötigten mineralischen Rohstoffe und deren Zwischenprodukte weit oberhalb der als kritischen Marke von >2.500 beim „Herfindahl-Hirschmann-Index (HHI)“ gekennzeichnet.<sup>20</sup> So mahnte denn auch der BDI schon 2017: „Ohne Rohstoffe keine Energiewende, keine Elektromobilität, keine Digitalisierung, schlussendlich keine Industrie 4.0.“<sup>21</sup> Dabei zählt Deutschland schon heute zu den fünfgrößten Rohstoffimporteuren weltweit und ist zu 100 % Nettoimporteur bei Metallerzen und -konzentraten. Gleichzeitig ist das globale Angebot vieler KR jedoch auf wenige Länder (zudem oft politisch instabil) begrenzt, während sich der globale Wettbewerb bei Zugang zu sowie Zugriff auf diese KR künftig noch erheblich verschärfen dürfte.<sup>22</sup>

Zwar gibt es zumeist keine akuten **geologischen** Beschränkungen einer Ressourcenverfügbarkeit – weder bei SE noch bei anderen KR, wohl aber bei der konkreten Förderung, Weiterverarbeitung oder dem Recycling, da diese durch zahlreiche Probleme (wie instabile Förderländer, restriktive Umweltregulierungen, das Fehlen von Good Governance, eines Ressourcennationalismus u. a. Faktoren) realpolitisch und ökonomisch oft beschränkt sind.<sup>23</sup>

**Der internationale Handelskampf mit Rohstoffen hat sich weiter verschärft.**

Je stärker die westlichen Staaten künftig abhängig werden von politisch instabilen Rohstoffförderländern in Afrika, Asien und Lateinamerika, umso mehr wird sich die westliche Aufmerksamkeit auf eine ethisch, sozial und umweltpolitisch nachhaltige Rohstoffförderung und somit auf die entsprechenden problematischen Standards in diesen Ländern verstärken.<sup>24</sup> Zwar gibt es auch hierbei eine Vielzahl internationaler Standards (wie die Zertifizierungssysteme der „OECD Due Diligence Guidance“<sup>25</sup> oder die freiwillige „Extractive Industries Transparency Initiative / EITI“), die zunehmend von westlichen Ländern und Unternehmen eingefordert und beachtet werden. Doch stehen sie in einer immer stärker werdenden Konkurrenz zu politisch autokratischen Systemen (wie Chinas Staatsunternehmen), die westliche Staaten und Unternehmen aus diesen Rohstoffmärkten zu verdrängen versuchen und so deren Rohstoffversorgungssicherheit gefährden.

**Durch den stark wachsenden Rohstoffbedarf steigen auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen entsprechend an.**

Zudem erzeugt der stark ansteigende Rohstoffbedarf zahlreiche umwelt- und klimapolitische Herausforderungen, da von der Exploration und Produktion bis hin zur Verarbeitung der Rohstoffe für die neuen Technologien die CO<sub>2</sub>-Emissionen (wie z. B. bei der Batterieproduktion) ebenfalls ansteigen. Der Einsatz von EE und anderen modernen Technologien zur Emissionsminderung hat erst begonnen und wird bisher von der steigenden weltweiten Rohstoffnachfrage der materialintensiveren neuen Hightech-Industrien weit übertroffen.<sup>26</sup>

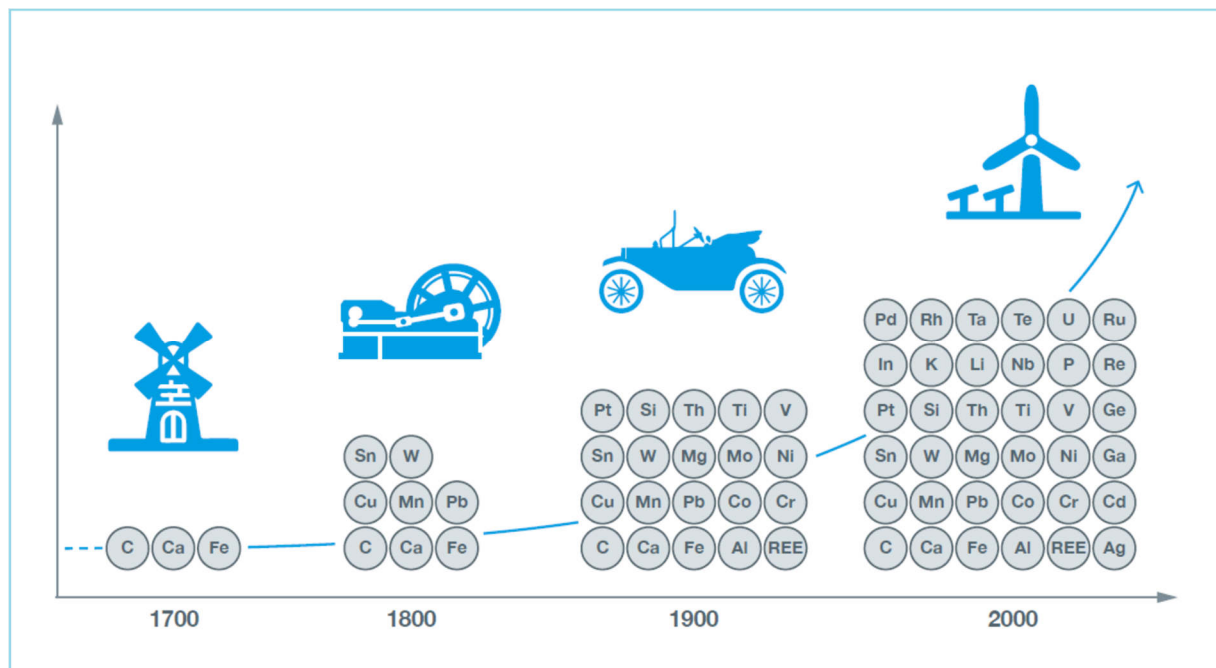
Die folgende Analyse wird zunächst die weltweite Versorgungssituation (Bedarf und Produktion) besonders KR der SE und der „Batterierohstoffe“ untersuchen und dabei die neuesten Einschätzungen zu potenziellen Versorgungsengpässen berücksichtigen. Diese sind besonderes bei Berücksichtigung der jüngsten Schlüsseltechnologien – wie bei EE, Elektromobilität und Batterien zur Stromspeicherung sowie Digitalisierung, KI und Robotik – von zentraler strategischer Bedeutung für den künftigen deutschen und europäischen Wirtschaftsstandort. Vor diesem Hintergrund sollen dann die Perspektiven der Gegenstrategien einer Kreislaufwirtschaft (wie Recyclingoptionen) zur Stärkung der Rohstoffversorgungssicherheit untersucht werden. Abschließend werden im Licht der vorangehenden Analysen die bisherigen Maßnahmen sowie Instrumentarien der gegenwärtigen deutschen Rohstoffsicherheitspolitik kritisch beleuchtet und dahingehend bewertet, ob diese angesichts der globalen Veränderungen ausreichend sind oder nicht ein größerer Paradigmenwechsel notwendig ist.

## 2. Strategische Entwicklungstrends bei Kritischen Rohstoffen

Bereits heute nutzt die deutsche Industrie über 80 % der chemischen Elemente des Periodensystems in einem immer größeren Rohstoff-Mix.<sup>27</sup> Dieser Rohstoffbedarf wird als Folge der weiter ansteigenden Weltbevölkerung und des Wirtschaftswachstums vor allem in den Schwellenländern sowie der sich beschleunigenden Technologierevolutionen in den kommenden Jahren und Jahrzehnten weiter erhöhen. Insoweit nehmen die Versorgungsrisiken mit dem Ausbau der EE, Digitalisierung, Batteriespeicher- und anderen „grüner Technologien“ als Folge der globalen Umwelt- und Klimaschutzpolitik ebenfalls stärker zu.

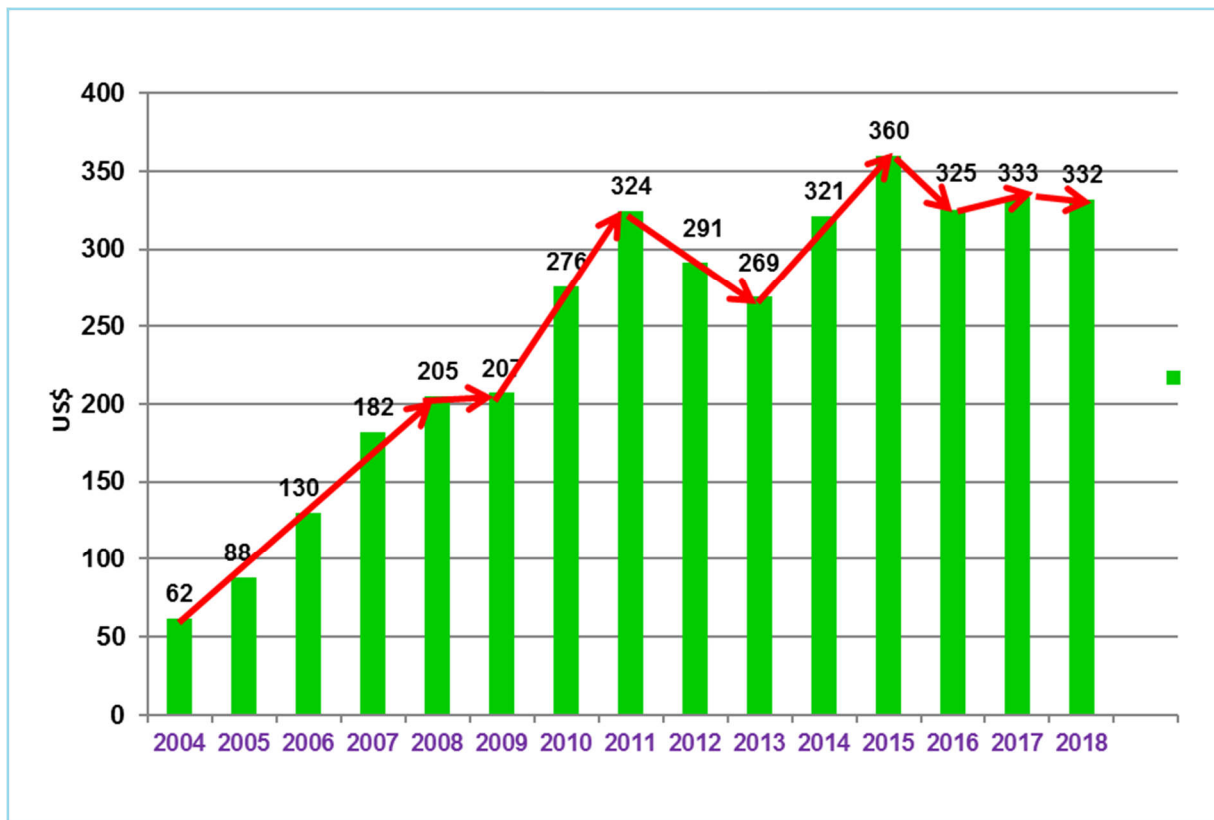
So haben die globalen Investitionen in den letzten fünf Jahren auf jährlich mehr als 300 Mrd. US\$ zugenommen, sind allerdings seit 2016 auch wieder gefallen, so dass sich die Dekarbonisierung des globalen Energiesystems wieder verlangsamt hat. Die Investitionen in EE sind sogar 2018 gegenüber

Abbildung 2: Industrielle Entwicklung und Verwendung von chemischen Elementen



Quelle: BDI: Rohstoffversorgung 4.0. Handlungsempfehlungen für eine nachhaltige Rohstoffpolitik im Zeichen der Digitalisierung, Berlin, Oktober 2017, S. 8

Abbildung 3: Globale Neuinvestitionen in „saubere Energien“ (2004-2018)



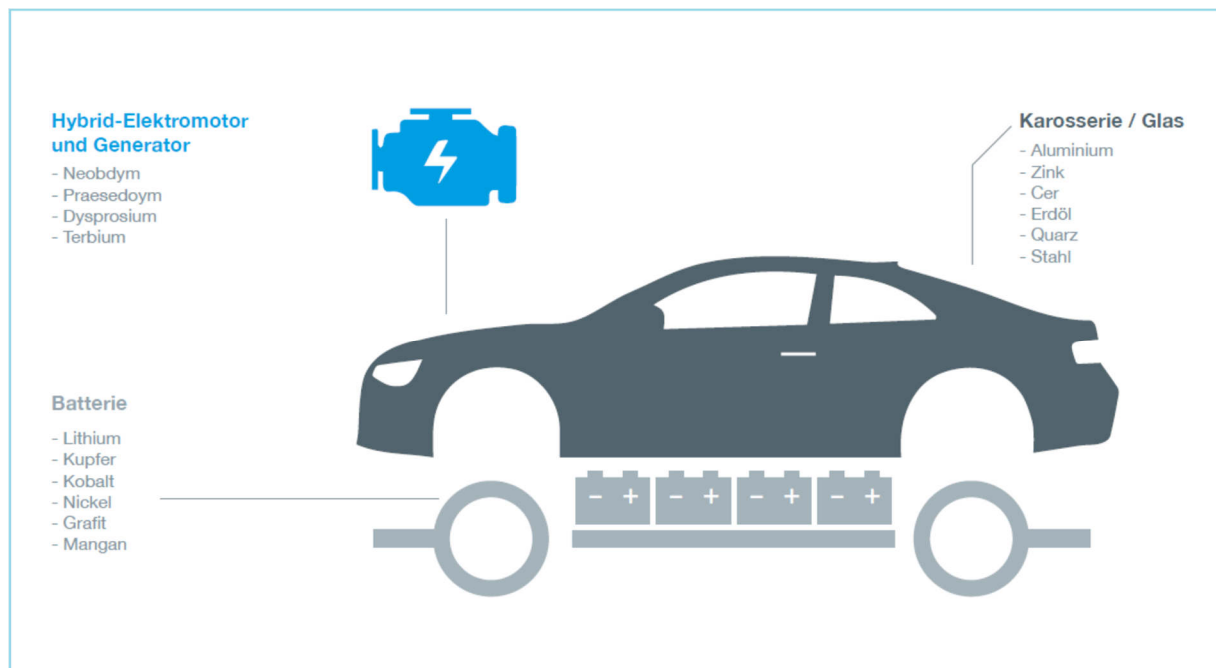
Quelle: Frank Umbach, basierend auf Angaben von Bloomberg New Energy Finance (BNEF), 2018/2019

dem Vorjahr um 12 % auf rund 273 Mrd. US\$ gefallen und machen nun weltweit 12,9 % (2017: 11,6 %) bei der Erzeugung der weltweiten Stromerzeugung aus. Dies hat geschätzte 2 Mrd. t an CO<sub>2</sub>-Emissionen in 2018 eingespart, was angesichts der Gesamtemissionen des weltweiten fossilen Kraftwerksparks von 13,7 Mrd. t ein nicht unerheblicher Beitrag ist.<sup>28</sup>

Die deutlich größere materialintensive Verwendung von KR, vor der die Weltbank ausdrücklich in einer Studie von 2017 gewarnt hatte, wurde zudem auch durch einen Bericht des UN-Umweltprogramms (UNEP) im selben Jahr bestätigt. Demnach würden bis 2050 bei dem anvisierten 2°C-Ziel der globalen Klimaschutzpolitik die Low-Carbon-Technologien rund 600 Mio. t mehr an metallischen Rohstoffen benötigen als bei einem 6°C-Ziel, obwohl gleichzeitig auch 200 Mrd. Kubikmeter weniger Wasser und fast 150.000 km<sup>2</sup> weniger Land weltweit benötigt würden. Auch die folgenden Beispiele zeigen den global steigenden Rohstoffbedarf auf:<sup>29</sup>

- Ein Handy enthält mehr als 40-70 unterschiedliche Rohstoffe, einschl. SE, Kobalt, Gallium und Platinum.<sup>30</sup>
- In der EU produzierte in 2012 jeder Bürger jährlich rund 17 kg an Elektroschrott, der auf 24 kg bis 2020 anwachsen wird.<sup>31</sup>
- Jedes Hybrid- und Elektroauto benötigt rund 1-3 kg an Magneten, basierend auf SE, welche zu rund 33 % aus Oxiden der SE bestehen.<sup>32</sup>
- Ein klassischer Benzin- und Dieselmotor enthält etwa 20 kg Kupfer. Ein Hybridauto benötigt bereits 40-60 kg und ein reines Elektroauto mehr als 80 kg Kupfer.<sup>33</sup>
- Während in 2018 rund 23 % der permanentmagnetisch angetriebenen Direct-Drive-Windturbinen Seltene-Erden-Magnete nutzen, wird dieser Anteil bis 2030 auf 72 % ansteigen. Während dabei die Verwendung der SE Dysprosium (13-29 kg/MW pro Anlage) sich eher verringern dürfte, wird die Verwendung der SE Neodym (194-201 kg/MW) entsprechend stark ansteigen.<sup>34</sup>

Abbildung 4: Rohstoffe im Elektroauto



Quelle: BDI: Rohstoffversorgung 4.0. Handlungsempfehlungen für eine nachhaltige Rohstoffpolitik im Zeichen der Digitalisierung, Berlin, Oktober 2017, S. 13

Doch während bei Elektroautos mit ihren Batterien oder bei Windkraft- sowie Solaranlagen der zukünftige Bedarf an KR prognostiziert werden kann, ist dies bei den zahlreich unterschiedlichen und zudem häufig noch in der Entwicklung befindlichen Technologien der Digitalisierung, Robotik und KI kaum vergleichbar möglich. Dies erschwert nicht nur die Analyse möglicher zukünftiger Versorgungsrisiken, sondern auch die Erschließung neuer Minen mit einer Vorlaufzeit von weltweit durchschnittlich sieben Jahren, bevor diese ihre Produktion aufnehmen und dann die weltweite Nachfrage befriedigen können.

**Die Lieferrisiken bei Kritischen Rohstoffen steigen erheblich, während sie für Öl- und Gaslieferungen abnehmen.**

Während einerseits die traditionellen geopolitischen Lieferrisiken bei Öl- und Gasressourcen durch den Ausbau der EE abnehmen, verstärken sich die noch vielfach unterschätzten Versorgungsrisiken bei KR. Bei einigen dieser KR und Spezialmetalle (wie bei den schweren SE) liegen diese sogar deutlich höher als bei Öl- und Gasressourcen. Während die Märkte dieser Spezialmetalle vergleichsweise eher klein sind und die Gewinnung zumeist als Beiprodukt im Zuge der Minenförderung von anderen Industriemetallen (wie Aluminium, Kupfer oder Zink) erfolgt,<sup>35</sup> sind die Märkte auf kurz- und mittelfristige Nachfragesprünge weniger flexibel und daher für akute Rohstofflieferengpässe und volatile Preisentwicklungen wesentlich anfälliger. Zudem besteht bei der Förderung der sogenannten „Batterierohstoffe“ (wie Lithium und Kobalt) und (schweren) SE sowie ihren Zwischenprodukten eine hohe Angebotskonzentration. Diese erfolgt zudem oft in Ländern mit erhöhten politischen sowie wirtschaftlichen Lieferrisiken und ist insbesondere auch für die KR für Elektroautos und ihre Batterien zur Stromspeicherung charakteristisch.

## 2.1 Seltene Erden

Im Gegensatz zu ihrem Namen sind SE geologisch gar nicht so selten, sondern auf den ersten Blick gut über die ganze Welt verteilt. Die Gruppe der Lanthanoiden (Lanthan und die 14 weiteren Elemente) sowie Yttrium und Scandium kommen ausschließlich gemeinsam vor und können nur zusammen abgebaut werden. Allerdings hat China ein faktisches Förder- und Weiterverarbeitungsmonopol, da ihr Abbau bisher für andere Länder weitgehend unwirtschaftlich und unprofitabel war. Dies hat auch mit den umweltpolitischen Rahmenbedingungen zu tun, die in China weitgehend als zweitrangig eingestuft wurden. SE sind nicht als alleiniger isolierter Rohstoff zu finden, sondern werden als Nebenprodukte mit anderen Rohstoffen gefördert, die zudem auch mit Radioaktivität verbunden sind (wie Uran und Thorium). Zudem sind die verwendeten Mengen für Magnete und andere End- sowie Zwischenprodukte zumeist klein, so dass das Recycling aufwendig und teuer ist. Zugleich sind zahlreiche SE aber mit ihren Eigenschaften für zivile und militärische Anwendungen, Produkte und Technologien fast unersetzbar.

Die SE werden nach ihren Atomgewichten sowie ihrer Position im Periodensystem der Elemente zumeist in zwei Gruppen untergliedert: Schwere Seltene Erdelemente (HREE) und Leichte Seltene Erdelemente (LREE). Dabei liegt der Anteil der LREE in den SE-Lagerstätten zumeist bei über 90 %, während die HREE in nur sehr geringen Konzentrationen vorkommen.

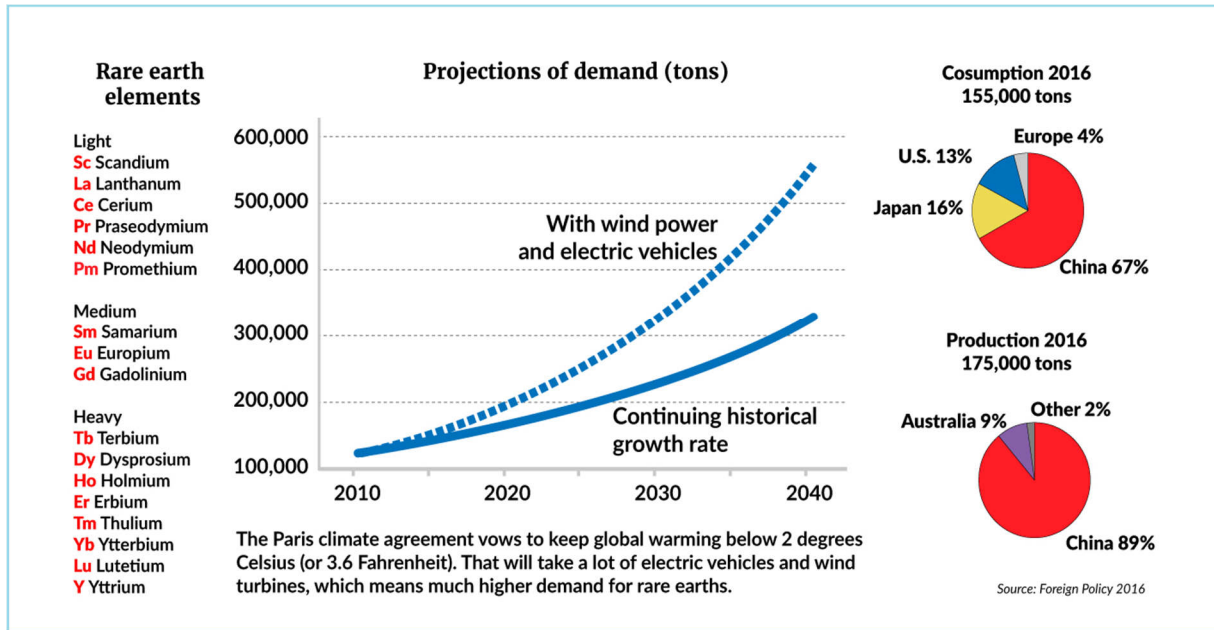
Einige Experten haben die SE mit Vitaminen verglichen, denn die Elemente verfügen über einzigartige chemische und physikalische Eigenschaften, die in Interaktion mit anderen Elementen Ergebnisse ermöglichen, die kein Element für sich genommen erreichen kann. Im Rahmen zahlreicher Anwendungen werden sie wegen magnetischer und anderer spezifischer Eigenschaften geschätzt. Einige der Anwendungsgebiete wie Windturbinentechnik basieren auf Dauer-SE-Magneten mit unverwechselbaren Eigenschaften wie etwa der Fähigkeit, einer Entmagnetisierung bei sehr hohen Temperaturen zu widerstehen.<sup>36</sup>

Allerdings sind die Versorgungsrisiken nicht für alle 17 SE gleich, so dass die jeweilige Kritikalität sehr unterschiedlich ist. Problematisch mit entsprechend hohen Versorgungsrisiken sind vor allem die HREEs, die bis 2018 ausschließlich in China gefördert wurden. Inzwischen werden einige HREEs auch in der australischen Mount Weld Mine gefördert.

Während die Förderung der SE von 2010 bis 2016 eher stagnierte und nur leicht anstieg, nahm die weltweite Produktion von 2017 auf 2018 mit fast 29 % innerhalb eines Jahres von 132.000 t auf 170.000 t zu.<sup>37</sup> In jenem

**Die Elemente der Seltene Erden besitzen einzigartige chemische und physikalische Eigenschaften.**

Abbildung 5: Zunahme des weltweiten Bedarfs an Seltenen Erden



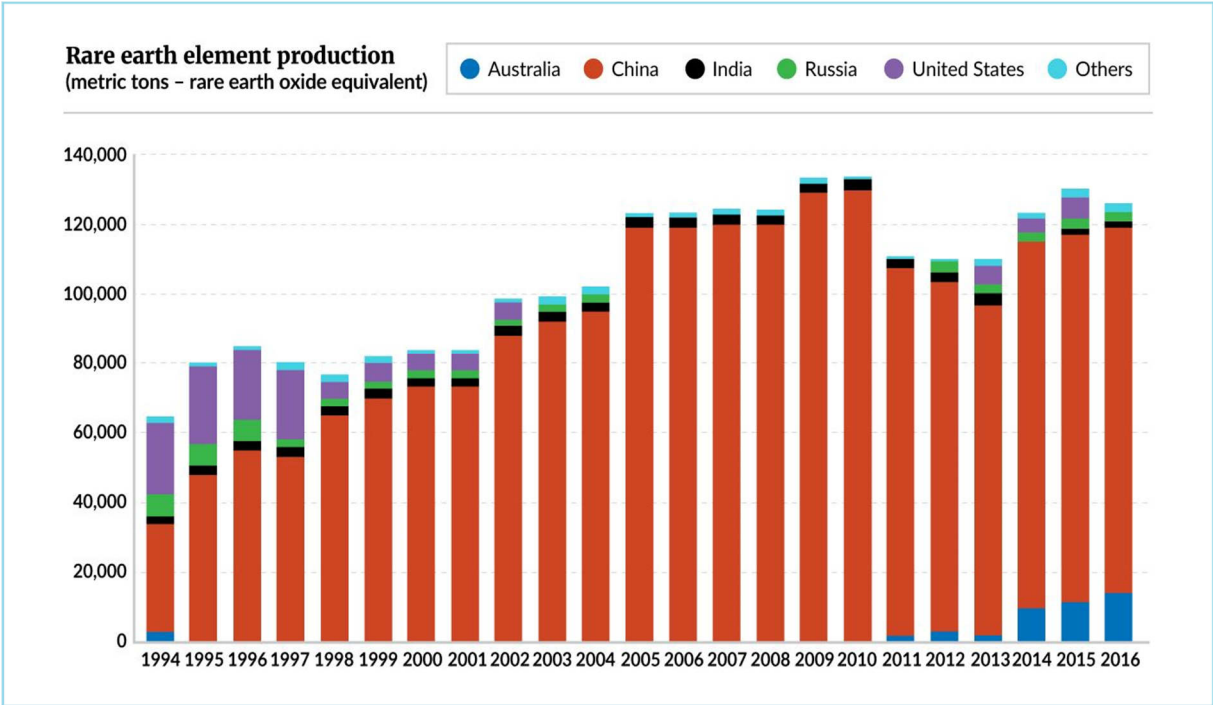
Quelle: Frank Umbach: Rare Earth Minerals Return to the U.S. Security Agenda, Geopolitical Intelligence Service (GIS), 1 August 2019

Zeitraum nahm das faktische Fördermonopol Chinas bei SE von 97 % in 2010 auf 80-85 % in 2017 und auf 71 % in 2018 ab, nachdem sowohl die US-amerikanische Mountain Pass Mine wieder ihren Förderbetrieb in 2018 aufnahm und auch die australische Mount Weld Mine mit ihrer Produktion begann. Allerdings schließt die offizielle Förderung der SE in China mit 120.000 t in 2018 nicht die illegale Förderung mit ein. Insgesamt wird die gesamte legale und illegale Förderung der SE in China in 2018 auf bis zu 180.000 t geschätzt.<sup>38</sup>

Vor allem aber macht der Blick auf die Förderung allein nicht länger die Kritikalität und geopolitische Brisanz der globalen Versorgungssicherheit bei SE aus. Vielmehr hat China die letzten Jahre dazu genutzt, sein faktisches Monopol bei der Weiterverarbeitung der SE zu Zwischen- und Endprodukten (wie permanenten Magneten) weiter auszubauen. Zwar hat beispielsweise die Mountain Pass Mine die Förderung von SE in den USA wieder aufgenommen, doch musste die gesamte Jahresproduktion von 15.000 t in 2018 zunächst nach China zur Weiterverarbeitung geliefert werden, bevor sie zumeist als Zwischen- und Endprodukte für US-Technologien in den USA reimportiert werden. Inzwischen verarbeitet China 90 % der weltweit geförderten SE zu Zwischen- oder Endprodukten.<sup>39</sup>

Die westlichen Anstrengungen zur Stärkung der Diversifizierung der Importe von SE und deren Reduzierung aus China (vor allem bei den HREE) war bisher nur bedingt erfolgreich. Vor allem in den USA ist aber durch die Trump-Administration ein Umdenken zu konstatieren.<sup>40</sup> Doch die Förderung von SE außerhalb Chinas ist zeitraubend und dauert von der Planung über Umwelt- u. a. Genehmigungsprozesse bis zum Bau und der ersten Förderung international durchschnittlich 7 Jahre. In den USA oder Europa sind sogar 10 Jahre zu veranschlagen. Noch zeitraubender ist der Aufbau von zusätzlichen Weiterverarbeitungskapazitäten, der sich sogar über 20 Jahre hinziehen kann: 10 Jahre von der ersten Exploration bis hin zur industriellen und politischen Unterstützung auf allen Ebenen und weitere 10 Jahre, um die Infrastruktur aufzubauen, bis zur endgültigen Mineneröffnung. In den westlichen Staaten ist die soziale Akzeptanz bzw. „soziale Lizenz“ für derartige Minenprojekte und Weiterverarbeitungsanlagen in den letzten Jahren eher noch schwieriger geworden. Dies gilt insbesondere für Projekte von SE, da deren Abbauprozesse zumeist mit radioaktiven Materialien erfolgen, auch wenn in den letzten Jahren die innovative Forschung und Entwicklung auf diesem Gebiet einige Fortschritte hin zu einer besseren umweltpolitischen Förderung von SE gemacht haben.<sup>41</sup>

Abbildung 6: Produktion der SE nach Ländern von 1994-2016



Quelle: Frank Umbach: Rare Earth Minerals Return to the U.S. Security Agenda, Geopolitical Intelligence Service (GIS), 1 August 2019

Seit 2017 sind die weltweite Nachfrage und globalen Preise wieder gestiegen. Die Eröffnung der US-amerikanischen Mountain Pass Mine und der australischen Mount Weld Mine sind die ersten SE-Minen außerhalb der USA. Doch hat dies bisher an dem noch wichtigeren Weiterverarbeitungsmonopol Chinas bei SE nichts geändert. Die derzeitigen Unsicherheiten des Weiterbetriebs derartiger Raffinierungskapazitäten des australischen Minenunternehmens Lynas Corporation in Malaysia wirft zudem Fragen mit weltweiten Auswirkungen auf die Rohstoffversorgungssicherheit bei SE und seinen Weiterverarbeitungsprodukten auf.<sup>42</sup>

Mittelfristig bestehen aber in Vietnam, Myanmar, Thailand, Russland und einigen afrikanischen Staaten durchaus Perspektiven für die Neueröffnung von SE-Minen außerhalb Chinas.<sup>43</sup> Das in London gelistete Minenunternehmen Rainbow Rare Earths hofft, die jährliche Produktion von SE-Oxiden in seiner Mine in Burundi in den nächsten Jahren zunächst auf 10.000 t und später sogar auf 20.000 t zu erhöhen, die ohne anfallende radioaktive Materialien in der Lagerstätte gefördert werden können und somit weniger aufwendig sowie kostengünstiger sein dürfte.<sup>44</sup> Die USA wiederum unterstützen auch neue Minen- und Weiterverarbeitungsprojekte von SE in Australien von insgesamt geplanten 15 KR-Projekten.<sup>45</sup>

Tabelle 1: Jährliche Förderung von SE und geschätzte Reserven in 2018

Land	Offizielle Produktion 2018	Geschätzte Reserven
China	120.000 t	44,0 Mio. t
Australien	20.000 t	3,4 Mio. t
USA	15.000 t	1,4 Mio. t
Myanmar	5.000 t	n/a
Russland	2.600 t	12,0 Mio. t
Indien	1.800 t	6,9 Mio. t
Brasilien	1.000 t	22,0 Mio. t
Thailand	1.000 t	n/a
Burundi	1.000 t	n/a
Vietnam	400 t	22,0 Mio. t

Quelle: Frank Umbach: Rare Earth Minerals Return to the U.S. Security Agenda, Geopolitical Intelligence Service (GIS), 1 August 2019

## 2.2 Lithium

In 2015 verbrauchten weltweit kleinere Lithium-Ion-Batterien in Handys, elektrischen Zahnbürsten und anderen elektrischen Geräten Rohstoffmetalle und -Mineralien von rund 2 Mrd. US\$. Die Verwendung von viel größeren Lithium-Batterien in Elektrofahrzeugen über die nächsten 8-10 Jahre könnte 90 % des künftigen stark ansteigenden globalen Lithium-Marktes ausmachen.<sup>46</sup>

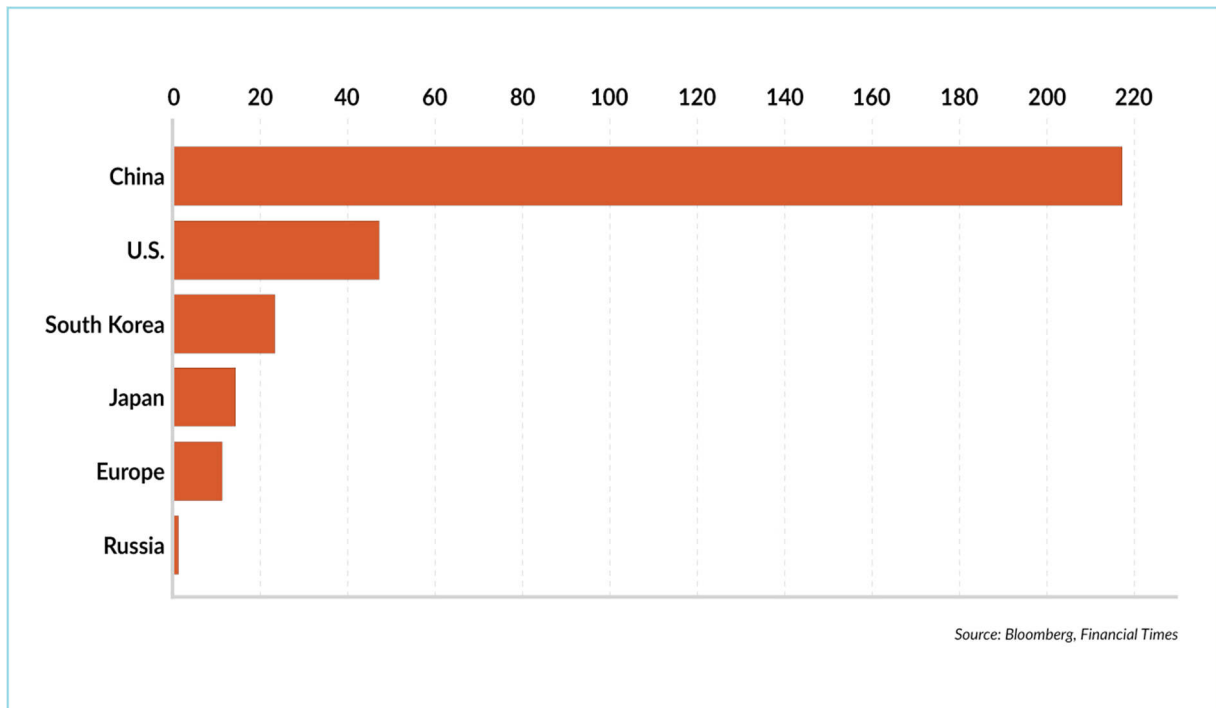
Nach Industrieprognosen soll sich die weltweite Anzahl von Elektroautos (EVs) von 3,7 Mio. in 2017 auf 13 Mio. bis 2020 verdreifachen und auf 125 Mio. bis 2030 weiter ansteigen.<sup>47</sup> Dies erfordert nicht nur mehr SE, sondern auch erhebliche mehr Batteriemetalle und -mineralien wie Lithium, Kobalt, Nickel, Kupfer, Graphit u. a.<sup>48</sup> Experten haben errechnet, dass der prognostizierte Bau von 140 Mio. EVs bis 2030 **jährlich** rund 3 Mio. t Kupfer, 1,3 Mio. t Nickel und über 263.000 t Kobalt zusätzlich benötigt.<sup>49</sup> Allerdings haben sich im Sommer 2019 der Verkauf und der Neubau von EVs in China als der weltweite Hauptmarkt für Elektromobilität verlangsamt, nachdem China die staatlichen Subventionen reduziert hat.<sup>50</sup>

Die Weiterentwicklung und der Preisverfall für Lithium-Batterien zur Stromspeicherung findet inzwischen auch größere Anwendung im traditionellen Kraftwerkssektor, die auch als Teil von zirkulären Geschäftsmodellen konzeptionalisiert werden.<sup>51</sup> Zudem werden Lithium-Batterien zunehmend bei modernen Windkraftanlagen sowie Solarspeicheranlagen als ein integraler Bestandteil eingebaut, welche die Volatilität der Einspeicherung in die Stromnetze (abhängig von den Wind- und Sonnenbedingungen) verringern und die notwendigen Kapazitäten für die Grundlastsicherung reduzieren können.<sup>52</sup> Allerdings können solche Batteriespeicher zur Stabilisierung der Stromnetze nur 15-30 Minuten ein Back-up für den primären Kontrollmarkt,<sup>53</sup> aber nicht das ganze Grundlastproblem lösen.

Vor diesem Hintergrund und der wirtschaftlichen Bedeutung der Automobilindustrie für Deutschland und die EU haben Brüssel und Berlin jeweils eine Batterieinitiative für den Bau von Batteriegiegafabriken gestartet, um künftig nicht allein von Importen aus China und Asien abhängig zu sein und die Kontrolle der Wertschöpfungsketten allein China überlassen zu müssen. In Deutschland sind derzeit 2-3 staatlich geförderte Batteriefabriken geplant. Die gesamte europäische Automobilindustrie benötigt bis zu 25 Batteriegiegafabriken, um ihren künftigen Bedarf an Lithium-Ion-Autobatterien zu decken.<sup>54</sup>

**Die Anzahl von Elektroautos weltweit soll laut Schätzungen bis 2030 auf 125 Mio. steigen.**

Abbildung 7: Chinas Dominanz bei der weltweiten Batterieproduktion

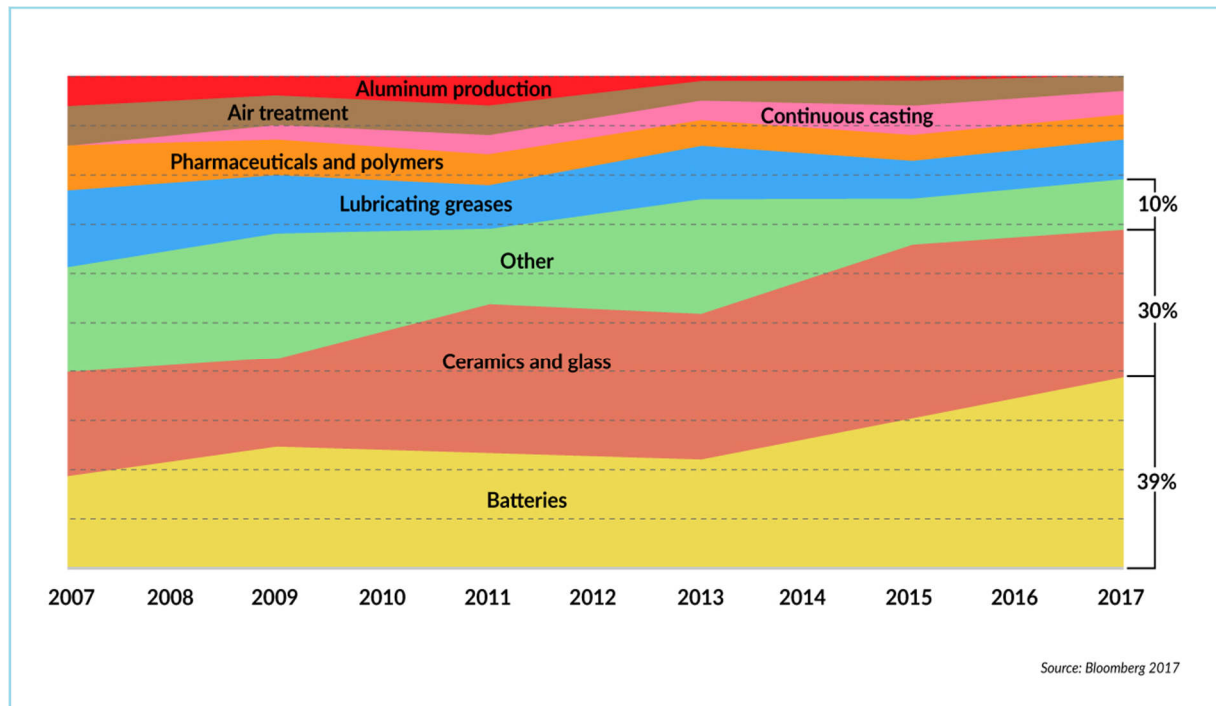


Quelle: Frank Umbach: The Global Battery Race: Europe's Strategic Perspectives, Geopolitical Intelligence Service (GIS), 19 February 2019

Derzeit ist unter Experten umstritten, ob die derzeitigen Investitionen in neue Lithium-Minen und dessen Abbau ausreichend sein werden oder aber zumindest kurz- und mittelfristig zu einer Unterversorgung führen, die dann zu größeren Preisstürzen führen könnte. Gegenwärtige Analysen prognostizieren eine weltweit steigende Lithium-Nachfrage auf bis zu 785.000 t, die möglicherweise eine Unterversorgung von 26.000 t zur Folge haben könnte.

Bis 2035 könnte sich die weltweite Nachfrage nach Lithium vervierfachen, während sich die Nachfrage auch anderer KR für Elektroautos und Batterien mindestens verdoppeln könnte. Die Weltbank prognostizierte eine Verdoppelung der Nachfrage bei Rohstoffmetallen und sogar 1000 % bei Lithium bis 2050.<sup>55</sup> Die derzeitigen Lithium-Reserven werden auf 14 Mio. t geschätzt.

Abbildung 8: Globaler Endverbrauch von Lithium (2007-2017)



Quelle: Frank Umbach: Uncertain Strategies for Securing Supplies of Critical Raw Materials, Geopolitical Intelligence Service (GIS), 19 June 2018

Lithium wird derzeit zwar auf sechs Kontinenten abgebaut, ist jedoch hauptsächlich im „Lithium Dreieck“ von Chile, Argentinien und Bolivien konzentriert, das 49 % der weltweiten Förderung des Rohstoffs ausmacht. Bolivien verfügt zwar über 50-70 % der weltweit bekannten Reserven. Doch die Staatskontrolle über die Minen und komplexe sowie kostspielige Förderung und Raffinade haben das Land bisher nicht zum weltweit führenden Produzenten aufsteigen lassen. Zudem ist das Land auf die Kooperation mit Nachbarstaaten in Südamerika angewiesen, da es als Binnenland über keine Häfen für den Lithiumexport verfügt.<sup>56</sup> Auch wird Lithium in Bolivien in Salzsolen gewonnen, was einen erheblichen Wasserbedarf bei der Förderung zur Folge hat, der wiederum mit der Landwirtschaft konkurriert. In den USA kann (unkonventionelles) Lithium auch aus Ölfeldern gewonnen werden, was allerdings auch aufwendig und kostspielig sein dürfte.<sup>57</sup>

In 2019 wird der globale Batterie-Markt auf 120 Mrd. US\$ anwachsen und der Lithium-Markt selbst auf 1,7 Mrd. US\$. Aber im Gegensatz zu den beiden letzten Jahren wird nicht mehr so sehr ein explodierendes Wachstum („tsunami of supply“), sondern eher eine langsamere Nachfrage in den nächsten Jahren erwartet. Nach neuesten Analysen dürften in den nächsten drei Jahren zusätzliche 750.000 t Lithium auf einen Markt von rund 300.000 t in 2018 hinzukommen.<sup>58</sup> Einige Industrieexperten haben auch gewarnt, dass die internationale Minenindustrie weitere 7-9 Mrd. US\$ an Investitionen in neue Lithium-Minen und Förderkapazitäten bis 2025/26 investieren müssten.<sup>59</sup>

Ungeachtet dessen hat die chinesische Kontrolle über die weltweite Lithium-Batterieproduktion von 50 % in 2013 auf 60 % im April 2019 weiter zugenommen.<sup>60</sup> Während auch die USA vorerst weiterhin abhängig bleiben von chinesischen Batterien und der Fertigung von permanenten Magneten und deren Verkauf, können sich die USA perspektivisch auf ihren großen eigenen Lithium-Reserven abstützen. Zusammen mit Australien wird der Marktanteil der USA in den nächsten Jahren stark ansteigen und die USA zusammen mit Kanada dann Nordamerika zur weltweit viertgrößten Förderregion von Lithium aufsteigen lassen.<sup>61</sup>

Tabelle 2: Die Top 9 Länder der weltweiten Lithium-Produktion und -Reserven in 2018

Land	Produktion	Reserven
Australien	51.000 t	2,7 Mio. t
Chile	16.000 t	8,0 Mio. t
China	8.000 t	1,0 Mio. t
Argentinien	6.200 t	2,0 Mio. t
Zimbabwe	1.600 t	70.000 t
Portugal	800 t	60.000 t
Brasilien	600 t	54.000 t
Namibia	500 t	n/a
USA	n/a	35.000 t

Quelle: Frank Umbach: basierend auf mehreren Artikeln von Lithium Investing News 2018/2019

## 2.3 Kobalt

Neben Lithium spielt Kobalt eine weitere Schlüsselrolle bei der Lithium-Ionen-Batterieherstellung. Jede Lithium-Ionen-Batterie eines Elektroautos benötigt im Durchschnitt 10-11 kg an Kobalt.<sup>62</sup> Die Batterien sind nicht nur bereits gegenwärtig für 42 % der globalen Nachfrage nach Lithium, sondern auch für 80 % der raffinierten weltweiten Kobaltnachfrage verantwortlich. Ähnlich wie bei den SE gibt es zumeist Kobalt nicht als alleinigen Rohstoff in der Erdkruste, sondern es fällt als Beiprodukt bei der Kupfer- und Nickelförderung mit an.<sup>63</sup>

Die weltweite Nachfrage nach Kobalt bei der Elektromobilität dürfte von 46.000 t in 2016 auf 76.000 t in 2020 und mehr als 90.000 t in 2030 zunehmen.<sup>64</sup> Insgesamt könnte die weltweite Nachfrage nach Kobalt auch aufgrund anderer Technologien von 100.000 t in 2017 auf rund 300.000 t bis 2030 zunehmen.<sup>65</sup> In 2018 hat China seine Förderung auf 90.000 t erhöht, während die weltweite Produktion auf 140.000 t angestiegen ist.<sup>66</sup>

Die globale Kobaltversorgung gilt als besonders problematisch, da diese zu fast 60 % von dem politisch instabilen afrikanischen Staat Demokratische Republik Kongo (DRK) abhängt, der seit vielen Jahren von gewalttätigen Konflikten, politischer Instabilität, schlechtem Regierungshandeln und ausufernder Korruption geplagt ist. So sind zwischen 2013 und 2015 nicht weniger als 30 % der Koballexporten des Kongos einfach verschwunden und wurden illegal außer Landes geschmuggelt oder für spätere lukrative Preise illegal gehortet.<sup>67</sup> Obwohl neue Anstrengungen zur Erschließung von Kobaltminen außerhalb der DRC forciert wurden, so sind derartige Projekte noch Jahre von einer Realisierung entfernt. Eine schnellere Umsetzung von neuen Minenprojekten scheitert auch an den internationalen Forderungen nach mehr Transparenz und einer verantwortlichen nachhaltigen Förderung unter Beachtung ethischer Standards.<sup>68</sup>

Die größten Kobalt-Reserven in einem Umfang von fast 5 Mio. t befinden sich allein in den Ländern der DR Kongo, Australien und Kuba. Seit November 2018 sind jedoch die Kobalt-Preise aufgrund der schwächelnden weltweiten Nachfrage, des chinesischen Wirtschaftswachstums und der Abschwächung der globalen Kobalt-Nachfrage wieder etwas gefallen. Auch haben neue Kobalt-Minen im Kongo ihre Förderung aufgenommen und eine Produktion wird demnächst auch in Uganda beginnen.<sup>69</sup>

**Die globale Kobaltversorgung ist zu fast 60 % vom politisch instabilen Staat DR Kongo abhängig.**

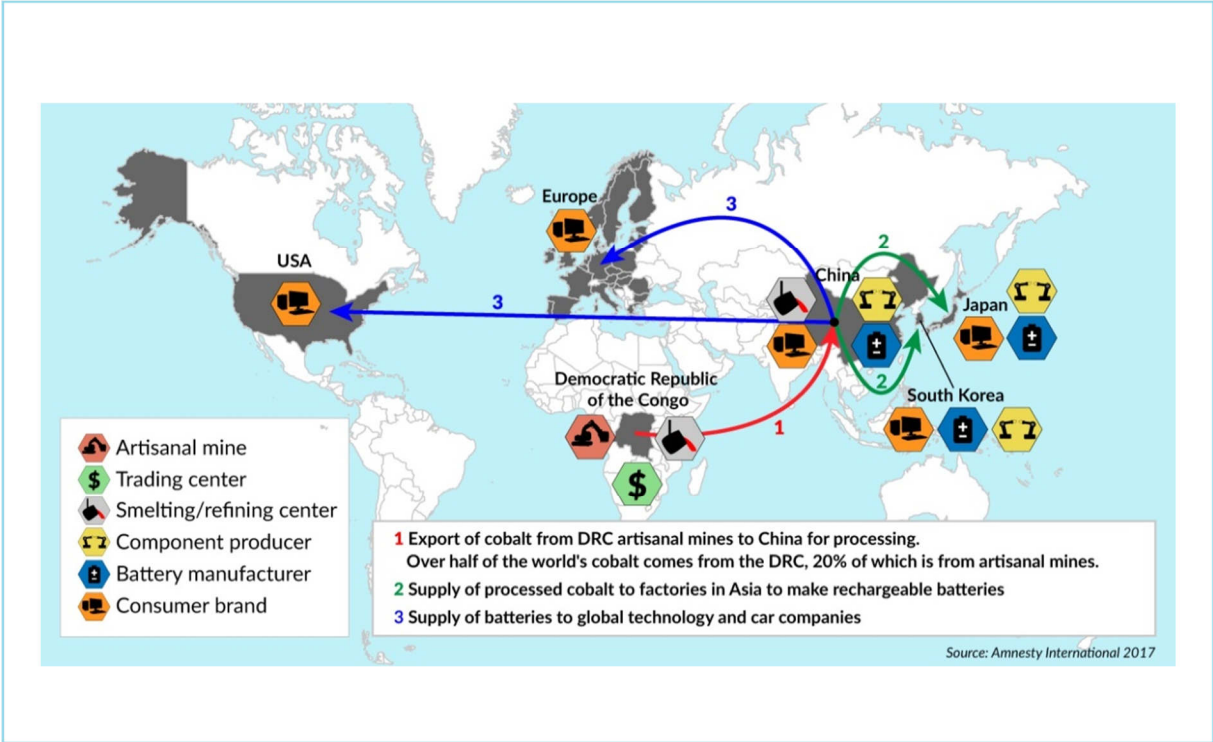
Tabelle 3: Die Top 10 Länder der weltweiten Kobalt-Förderung und -Reserven in 2018

Land	Förderungsumfang	Reserven
DR Kongo	90.000 t	3,5 Mio. t
Russland	5.900 t	250.000 t
Kuba	4.900 t	500.000 t
Australien	4.700 t	1,2 Mio. t
Philippinen	4.600 t	280.000 t
Kanada	3.800 t	250.000 t
Madagaskar	3.500 t	150.000 t
Papua-Neuguinea	3.200 t	55.000 t
VR China	3.100 t	n/a
Marokko	2.300 t	n/a

Quelle: Frank Umbach, basierend auf mehreren Artikeln von Cobalt Investing News 2018/2019

Die Preise für 2019 waren zunächst Ende 2018 mit einem weiteren deutlichen Anstieg versehen worden, nachdem der internationale Minengigant Glencore noch zunächst die Welt mit der Nachricht geschockt hatte, seine Förderung der weltgrößten Kamoto-Mine im Kongo anzuhalten, die allein jährlich rund 34.000 t produziert. Während dies zunächst Umweltgründe hatte (nachdem Uran im Erz gefunden worden war), sind es inzwischen eher kommerzielle Gründe einer derzeit weltweiten Überversorgung.<sup>70</sup> Zudem hat ein neues Minen-Gesetz der Regierung des Kongo, die Kobalt als einen „strategischen Rohstoff“ definiert, um damit 10 % höhere Lizenzgebühren durchzusetzen, die Rohstoffförderung verteuert und vorerst unprofitabel werden lassen.<sup>71</sup> Mit der Ankündigung im August, die Kobaltförderung in der Mine für zumindest zwei Jahre anzuhalten, könnten die Preise in Kürze wieder zunehmen.<sup>72</sup> Gleichzeitig kontrollieren chinesische Unternehmen derzeit bereits auch 80 % der globalen Kobalt-Raffinadeproduktion.<sup>73</sup>

Abbildung 9: Globaler Kobalt-Handel



Quelle: GIS/Amnesty International 2017

## 2.4 Kupfer

Ein weiterer wichtiger Rohstoff für die weltweite Batterieproduktion ist Kupfer. Dieses hat die Eigenschaften, die Leitfähigkeit, Haltbarkeit und Dehnbarkeit eines Produktes zu verbessern. Der Nachfrageanstieg des Rohstoffs ist mit rund 250 % bis 2030 als Folge der Elektromobilitätsrevolution prognostiziert worden.<sup>74</sup> Die „International Copper Association“ (ICA) hat den Anstieg der Nachfrage von 185.000 t in 2018 sogar auf 1,74 Mio. t bis 2027 geschätzt. Bis 2050 könnte sich daher der weltweite Kupferbedarf mehr als vervierfachen.<sup>75</sup> Dies ist nicht allein auf den weltweite Ausbau der Elektromobilität zurückzuführen, sondern auch auf die globale Expansion der EE von Wind- und Solaranlagen, da diese bis zu 5-mal so viel Kupfer wie konventionelle Technologien basierend auf fossilen Brennstoffen benötigen.<sup>76</sup> Die gesamte Erzeugung von Strom durch EE soll sogar 30- bis 40-mal so Kupfer-intensiv sein wie die Erzeugung von Strom mit traditionellen Kohle- und Gaskraftwerken.<sup>77</sup> Dies dürfte nicht nur erhebliche Investitionen in neue Kupferminen erfordern, sondern zugleich aufgrund der Mengen das Recycling und alternative Fördermethoden forcieren.<sup>78</sup>

**Bei Kupfer kann eine künftige Versorgungslücke nicht ausgeschlossen werden.**

Seit 2018 haben Warnungen zugenommen, dass auch bei Kupfer die Risiken der weltweiten Versorgung als Folge der Elektromobilität und der Elektrifizierung der gesamten weltweiten Energiesektoren sowie des Ausbaus der EE zunehmen und eine künftige Versorgungslücke nicht ausgeschlossen werden kann. Gleichzeitig gehen bei den derzeit älteren im Betrieb befindlichen Minen wie in Chile und Peru die Reserven sukzessive zu Neige und sehen sich zunehmend Umweltproblemen (wie Wasserknappheit) gegenüber. Demgegenüber haben viele afrikanische Produzentenländer wie der Kongo und Sambia mit politischer Instabilität zu kämpfen und der Beachtung internationaler ethischer, sozialer und umweltpolitischer Standards. In der Mongolei sieht sich Rio Tinto mit erheblichen Problemen, Kostensteigerungen und zeitlicher Verzögerung seines riesigen unterirdischen Kupferförderungsprojektes in der Gobi-Wüste gegenüber, das künftig eine jährliche Produktion von 550.000 t vorsieht und damit die weltweit drittgrößte Kupfermine sein wird. Doch die 16- bis 30-monatige Verzögerung lässt eine nachhaltige Produktion nicht vor Mai 2022 bis Juni 2023 realistisch erscheinen.<sup>79</sup>

Tabelle 4: Die Top 10 Länder der weltweiten Kupferförderung und -Reserven in 2018

Land	Produktion	Reserven
Chile	5,8 Mio. t	170 Mio. t
Peru	2,4 Mio. t	83 Mio. t
China	1,6 Mio. t	26 Mio. t
DR Kongo	1,2 Mio. t	20 Mio. t
USA	1,2 Mio. t	48 Mio. t
Australien	950.000 t	88 Mio. t
Sambia	870.000 t	19 Mio. t
Indonesien	780.000 t	51 Mio. t
Mexiko	760.000 t	50 Mio. t
Russland	710.000 t	61 Mio. t

Quelle: Frank Umbach, basierend auf mehreren Artikeln von Copper Investing News 2018/2019

Somit sieht sich die EU einem zunehmenden Zielkonflikt gegenüber, der vorerst kaum auflösbar für die westlichen Demokratien erscheint: einerseits die zeitnah notwendige Ausweitung der Förderung von Kupfer u. a. KR für die „grüne Energiewende“ und neuesten Technologien der Digitalisierung, Robotik und KI, andererseits die Durchsetzung internationaler ethischer, sozialer und umweltpolitischer Standards für eine nachhaltige Minenförderung. Eine Studiengruppe der ICA hat bereits für dieses Jahr ein Versorgungsdefizit auf globaler Ebene von bis zu 190.000 t bis Ende des Jahres und 250.000 t im nächsten Jahr prognostiziert.<sup>80</sup>

Da bereits der weltgrößte Hersteller von Elektroautos, ist China auch das weltweit führende Nachfrageland nach Kupfer. Im Januar 2019 belief sich der offizielle Import allein für seinen expandierenden Markt der Elektroautos auf 479,000 t.<sup>81</sup> China wird auch in der Zukunft der global größte Verbraucher mit rund 50 % der weltweiten Kupferversorgung bleiben.<sup>82</sup>

### 3. Gegenwärtige und künftige Versorgungssicherheit sowie Kritikalität von Rohstoffen

Da die Kritikalität eines Rohstoffs sowohl von geopolitischen Faktoren als auch von Technologien und ihrem konkreten Rohstoffbedarf, den Reserven und Produktionsumfängen abhängig ist,<sup>83</sup> kann sich die Kritikalität mit jeder neuen disruptiven Technologiegeneration auch schnell wieder verändern. Analysen zur Kritikalität einzelner Rohstoffe und kombinierter Versorgungsrisiken berücksichtigen die internationale Konzentration bei der weltweiten Rohstoffförderung in einzelnen Ländern und Regionen, politische Stabilität der Minen- und Produzenteländer der KR, gegenwärtige und künftige Recyclingmöglichkeiten sowie eine Abschätzung der Möglichkeit, seltene Rohstoffe durch andere, weltweit verfügbarere Rohstoffe in den einzelnen Sektoren ihrer Nutzung und Anwendung zu ersetzen (Substituierung).<sup>84</sup>

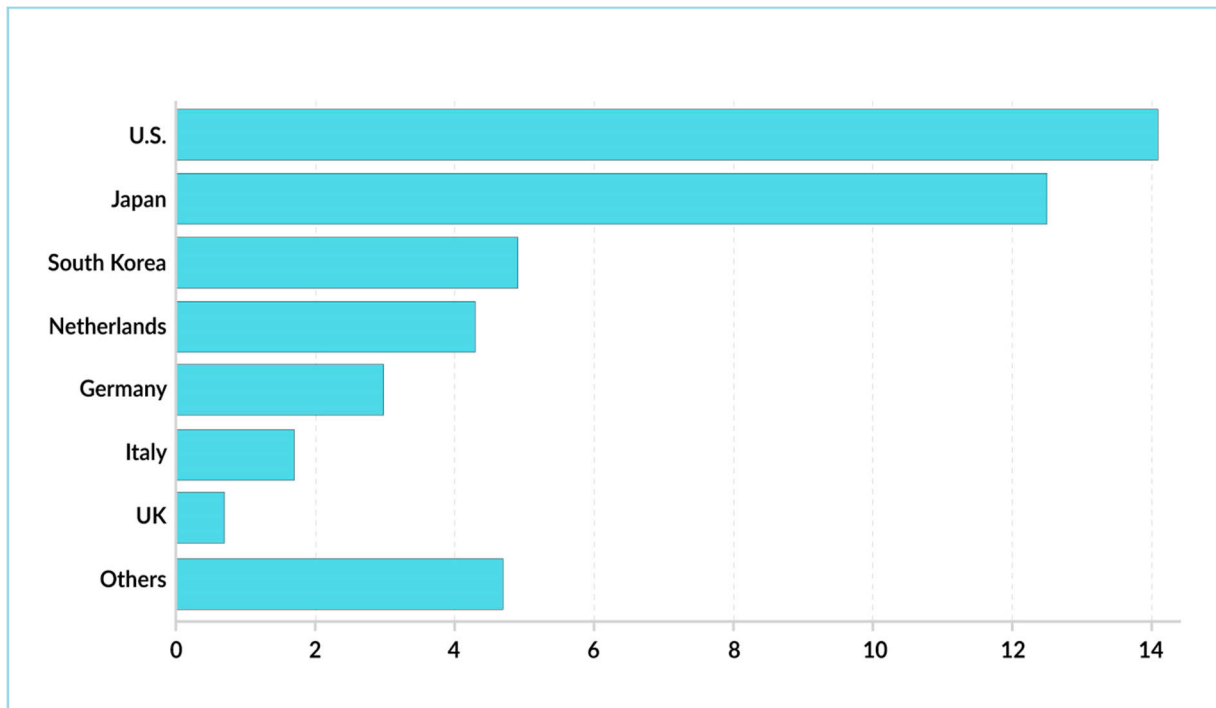
Zugleich haben jedoch immer komplexere Wertschöpfungsketten, zunehmende Verschwommenheit zwischen physischen und finanziellen Märkten, schwach regulierte Marktplattformen, Preismanipulationen, virtuelle Handelshäuser und -plattformen sowie mangelnde Transparenz bei Finanzinstitutionen und Investoren die Stabilität der zukünftigen Versorgungssicherheit bei KR zunehmend in Frage gestellt.<sup>85</sup>

**Chinas Marktanteil an Seltenen Erden ist im vergangenen Jahr auf rund 71 % abgesunken.**

Während China alle WTO-Klagen in Bezug auf Rohstoffkonflikte bis 2014 verlor und sein derzeitiger Anteil an SE mit 120.000 t (105.000 t in 2017) an der weltweiten Förderung von rund 170.000 t in 2018 (132.000 t in 2017) auf rund 71 % (80 % in 2017) abgesunken ist, wurden die Exportbeschränkungen keineswegs wirklich vollständig aufgehoben. Währenddessen hat China sein Monopol bei der Weiterverarbeitung der SE in Raffinerien zu Vor-, Zwischen- oder Halbfertigprodukten (wie Hochleistungsmagnete für Windkraftanlagen oder Militärsysteme) weiter ausgebaut.

In den USA hat die Importabhängigkeit nicht nur bei SE, sondern bei allen KR stetig zugenommen. So ist in dem Zeitraum 1999 bis 2014 die Liste der KR von 27 auf 43 von insgesamt 100 angestiegen. Mehr als 80 % der SE-Importe der USA kamen in 2018 weiterhin aus China, während gleichzeitig die USA der größte Exportmarkt für SE war. Die Trump-Administration hat bereits seit 2017 im Sinne Ihrer „America First“-Agenda die potenziellen Verwundbarkeiten und Risiken ihrer zukünftigen Rohstoffversorgungssicherheit zunehmend zum Thema gemacht und zahlreiche Initiativen gestartet, um vor allem die Abhängigkeiten von China (wie bei den SE) mittel- und langfristig zu verringern.<sup>86</sup> Hierzu gehören auch neue Rohstoffpartnerschaften mit Kanada, Australien und anderen Staaten.<sup>87</sup>

Abbildung 10: Chinas Exportmärkte bei den Seltenen Erden (Export in 1.000 t)

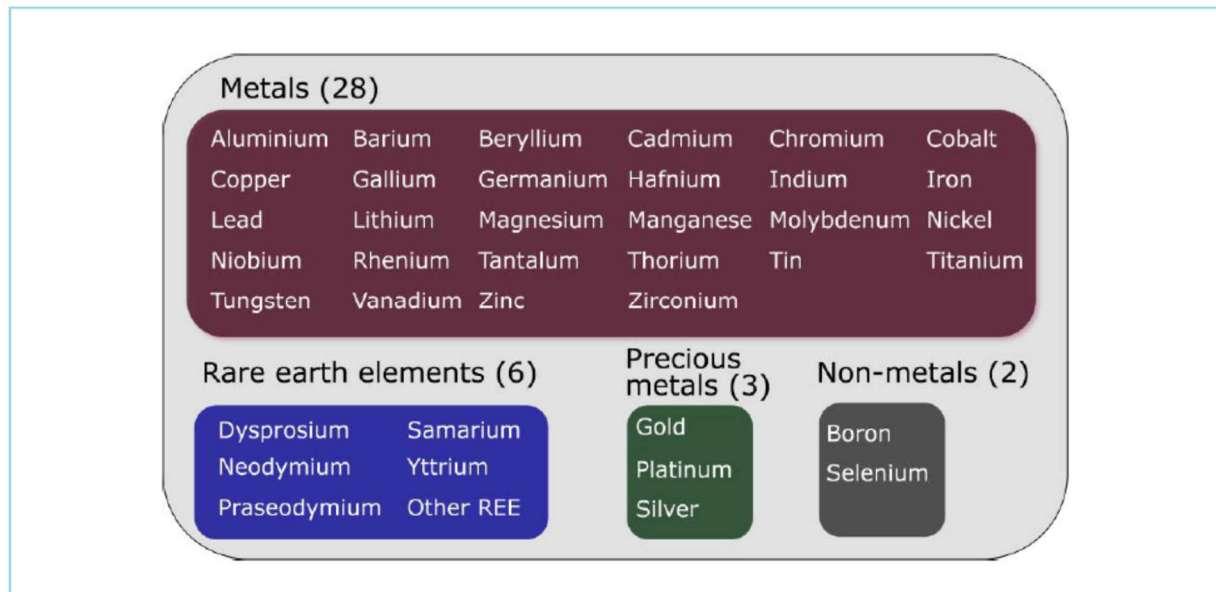


Quelle: Frank Umbach: Rare Earth Minerals Return to the U.S. Security Agenda, Geopolitical Intelligence Service (GIS), 1 August 2019

Für die westliche und insbesondere amerikanische Verteidigungsindustrie sind vor allem die raffinierten Zwischenprodukte, Verbundwerkstoffe, Verbindungen und Legierungen von Interesse, was in Verbindung mit der Geheimhaltungspraxis bei dem jeweiligen Rohstoffmix der militärischen Zwischen- und Endprodukte sowie Elektronikbauteilen die Analyse des konkreten Rohstoffbedarfes in der Verteidigungsindustrie erschwert.<sup>88</sup>

In einer Studie für die europäische Verteidigungsindustrie hat die Europäische Kommission in 2016 festgestellt, dass sie bei 19 der insgesamt analysierten 39 Kritischen Rohstoffe zu 100 % von Importen außerhalb der EU abhängig ist. 16 dieser 39 identifizierten Rohstoffe wurden auch in der EU-Liste der 20 Kritischen Rohstoffe von 2014 spezifiziert. Dabei ist wiederum China mit einem Drittel der identifizierten Rohstoffe auch für die europäische Verteidigungsindustrie der wichtigste Lieferant. Die größte Abhängigkeit besteht dabei in den Luft- und Raumfahrt- sowie Elektronik-sektoren.<sup>89</sup>

Abbildung 11: Die 39 wichtigsten Rohstoffe in der europäischen Verteidigungsindustrie



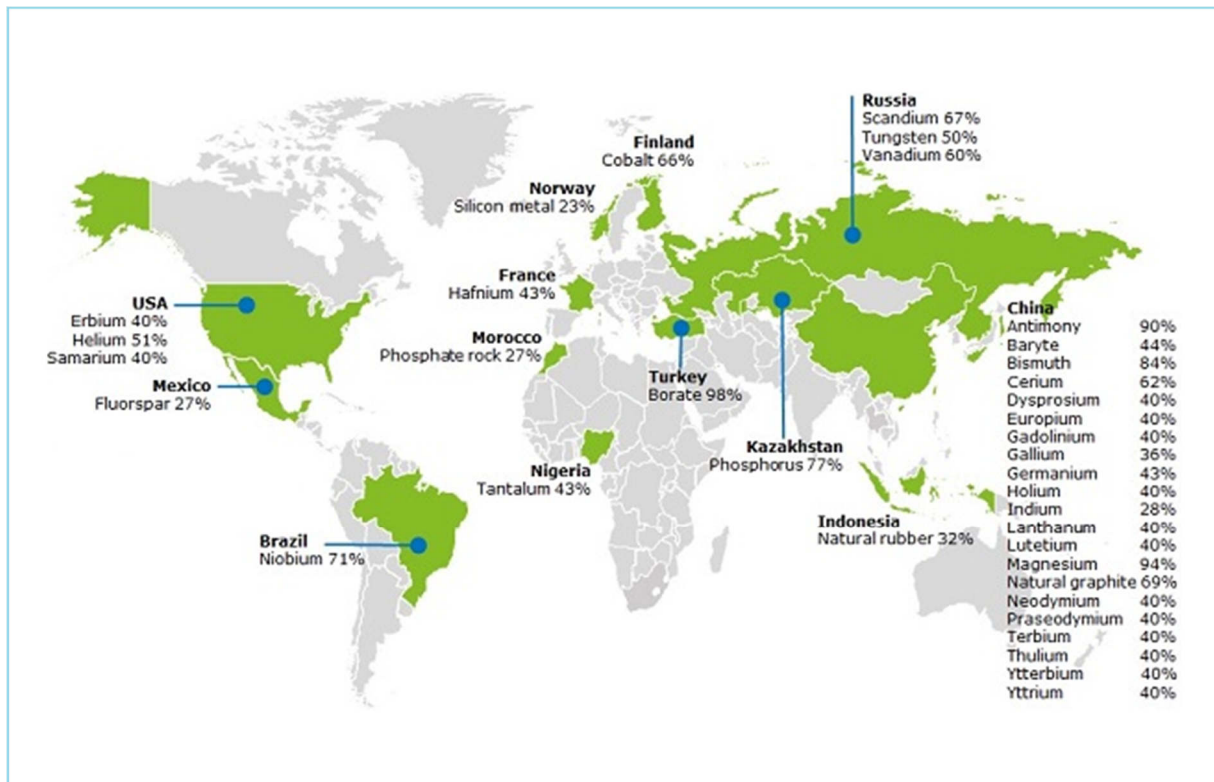
Quelle: Claudiu C. Pavel / Evangelos Tzimas: Raw Materials in the European Defence Industry. JRC Science for Policy Report, Petten (The Netherlands) 2016, S. 3

Gegenüber den USA ist die EU-28 noch weitaus abhängiger von Rohstoffimporten. Nur 9 % des gesamten Rohstoffbedarfs der EU kann die EU durch Eigenversorgung selbst decken. Vor allem bei den Industriemetallen und sogenannten „Technologiemetallen“ ist die Abhängigkeit von Importen stetig gestiegen.<sup>90</sup> Allerdings hat sie einige wichtige Lithium-Reserven in Portugal, der Tschechischen Republik, in den nordischen Staaten sowie in Serbien. Mehr als 30 Mio. Menschen arbeiten im europäischen Rohstoffsektor und mehr als 70 % der Fertigungsindustrie sind von einer stabilen Rohstoffversorgung abhängig.<sup>91</sup>

Im November 2008 hat die Europäische Kommission eine „Rohstoffinitiative“ proklamiert, die zum ersten Mal auch KR identifiziert hat und versucht, die Koordination der nationalen Rohstoffpolitik der einzelnen Mitgliedsstaaten stärker zu koordinieren. Die Rohstoffinitiative hat drei Ziele:

- Eine faire und nachhaltige Versorgung mit Rohstoffen von internationalen Märkten,
- Förderung einer nachhaltigen Rohstoffversorgung innerhalb der EU,
- Erhöhung der Ressourceneffizienz und Förderung von Recycling.<sup>92</sup>

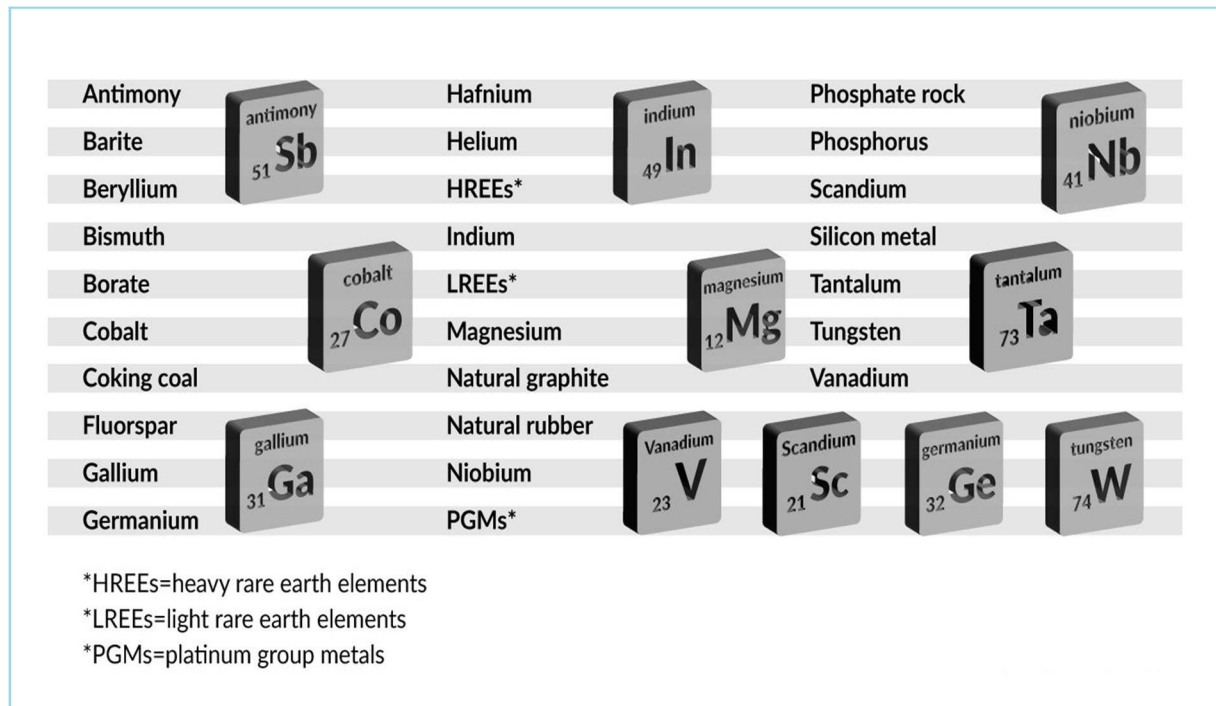
Abbildung 12: Die wichtigsten Lieferländer für die Importe Kritischer Rohstoffe der EU (2017)



Quelle: European Commission: Report on Critical Raw Materials and the Circular Economy, Commission Staff Working Document, Brussels, 16.1.2018 SWD (2018) 36 final, S. 7

In 2010 hat sie 14 von 41 Rohstoffen als „kritisch“ für die europäischen Hightech-Industrien bewertet. Dabei hatte sie China als den wichtigsten Produzenten von 10 der 14 KR identifiziert.<sup>93</sup> Unterstützung erhielt die Kommission auch vom Europäischen Parlament, das die Debatten und Strategien der europäischen Rohstoffversorgungssicherheit weiter vorantrieb und dabei auch die ambivalente Rohstoffpolitik Chinas (wie die WTO-Vertragsverletzungen), insbesondere in Afrika, kritisch thematisierte.<sup>94</sup> Gleichzeitig hatte die EU auch ihre Rohstoffkooperation mit den USA und Japan verstärkt.<sup>95</sup> Mit der Wiederaufnahme der US Mountain Pass Mine konnte die EU im Zeitraum 2010 bis 2014 immerhin 34 % ihrer Importe aus den USA (China: 40 %; Russland: 25 %) beziehen.<sup>96</sup>

Abbildung 13: Die von der EU identifizierten 27 Kritischen Rohstoffe von 2017



Quelle: Frank Umbach: The Growing Importance of Raw Material Supplies, Geopolitical Intelligence Service (GIS), 19 June 2018

Vor dem Hintergrund der chinesischen Rohstoffpolitik, die immer neue Wettbewerbsverzerrungen für ihre Rohstoffimporte und -exporte erfand sowie sich gleichzeitig in immer neue internationale Minenprojekte einkaufte und damit den direkten EU-Zugang zu internationalen Rohstoffreserven erschwerte, überarbeitete und aktualisierte die EU in 2014 ihre Liste der KR und klassifizierte nun 20 von insgesamt 54 ausgewählten Rohstoffen als „kritisch“.<sup>97</sup>

Im September 2017 wurde schließlich die Liste auf 27 KR von insgesamt 78 Rohstoffen erweitert und spiegelte insoweit auch die immer größeren Besorgnisse der EU wider.<sup>98</sup> China war dabei für die EU bei 15 KR von 38 einzelnen Rohstoffen der wichtigste Lieferant (rund 39 %); bei allen 38 Rohstoffen ist der chinesische Anteil sogar 62 %.<sup>99</sup>

Bereits in 2015 hatte die EU einen Aktionsplan für eine Kreislaufwirtschaft proklamiert, mit dem sowohl die Versorgungssicherheit als auch ein nachhaltiger und effizienter Umweltschutz gewährleistet werden soll. Gleichzeitig hat die EU zusätzliche Expertengremien geschaffen, welche die Informationen über den Rohstoffverbrauch in den verschiedensten Wertschöpfungsketten untersuchen und Transparenz für verbesserte Recycling- und Wiederverwendungskapazitäten der Primärrohstoffe schaffen sollten.

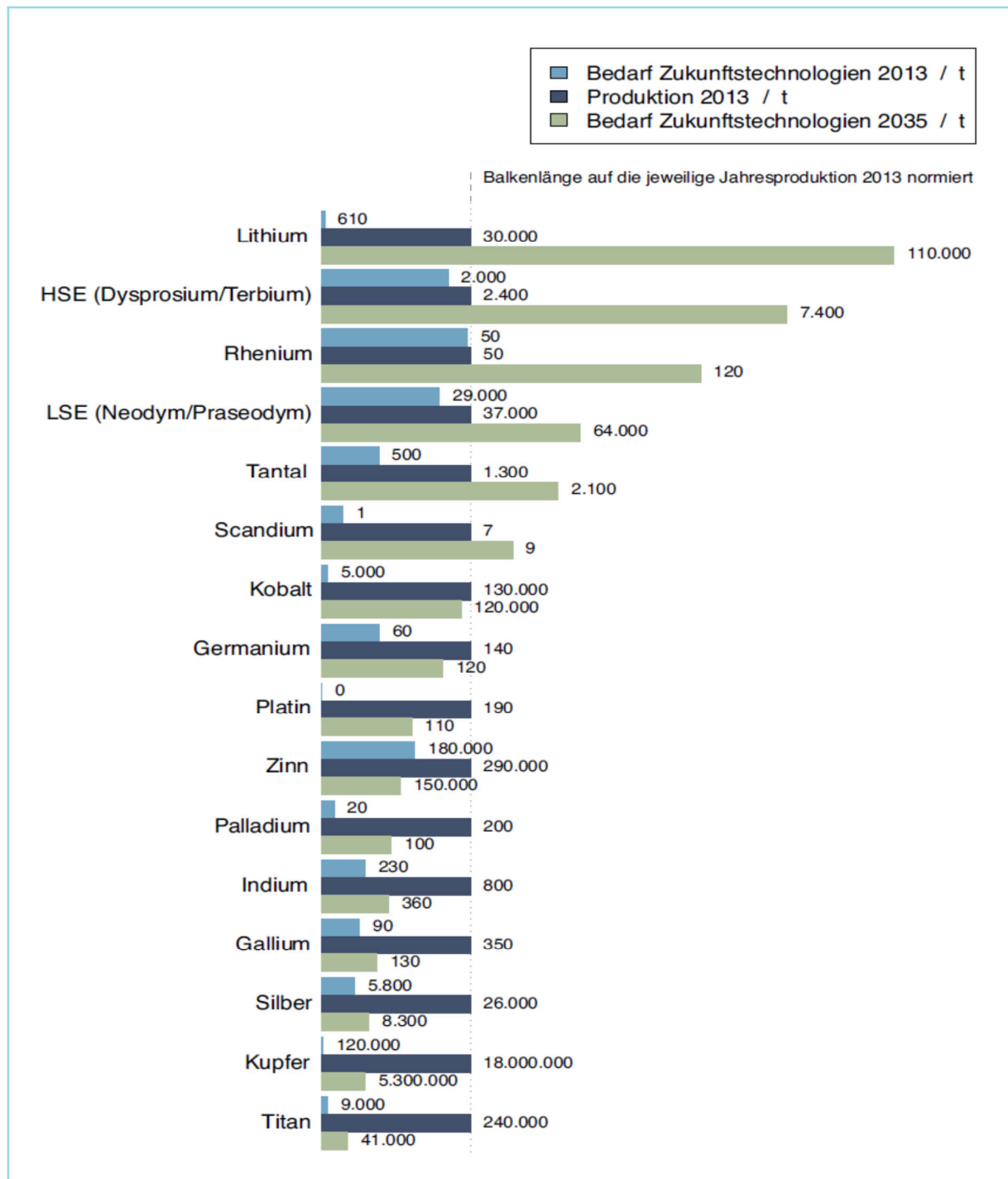
In Deutschland hatte die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) seit 2010 verstärkte Analysen zur Rohstoffversorgungssicherheit und Kritikalität der wichtigsten Rohstoffe publiziert.<sup>100</sup> Vor allem der BDI hatte seit 2005 eine nationale Rohstoffstrategie der Bundesregierung forciert, die jedoch erst 2010 verabschiedet werden konnte. Auch der Verband der Bayerischen Wirtschaft hatte in seiner in Auftrag gegebenen Studie von 2011 bereits einen eigenen Rohstoff-Risiko-Index entwickelt, der sich aus quantitativen und qualitativen Indikatoren zusammensetzt und dabei auch die besondere „Bedeutung für Bayern“ herausarbeitet. Insgesamt analysierte die Studie 45 Metalle und Mineralien und ermöglichte ein Kritikalitätsranking der untersuchten Rohstoffe.<sup>101</sup>

Im Februar 2012 verabschiedete die Bundesregierung ein „Deutsches Ressourceneffizienzprogramm“ (ProgRess), das die Verdoppelung der Rohstoffproduktivität bis 2020 (gegenüber 1994) und den Ausbau von Recycling vorsieht.<sup>102</sup> In 2014 hatte der BGR in einer aktualisierten Rohstoffliste insgesamt 34 Metalle und 27 Industriemineralien sowie Koks- und Braunkohle die Angebotskonzentration neu analysiert und sie in drei Risikogruppen eingeteilt.<sup>103</sup> Auch diese Studie bestätigte die herausragende Dominanz Chinas sowohl als Bergbauland als auch Raffinadeproduzent wie auch als Nettoexporteur sowie Produzent von Zwischenprodukten, da der weitaus größte Anteil sowohl bei der Bergwerks- als auch Raffinadeproduktion in der Risikogruppe 3 auf China entfällt.<sup>104</sup>

In einer Auftragsstudie des BGR und der Deutschen Rohstoffagentur (DERA) wurde in 2016 eine Rohstoffstudie für Zukunftstechnologien erstellt und insgesamt 42 Technologien sowie deren Rohstoffbedarf analysiert. Für 16 Rohstoffe ergab sich eine besondere Relevanz für die Zukunftstechnologien. Für 5 Metalle (Germanium, Kobalt, Scandium, Tantal, Neodym / Praseodym) ergab sich ein weltweiter Bedarf in 2035 in der Größenordnung der Primärproduktion 2013 oder darüber. Für 3 Metalle (Lithium, Dysprosium / Terbium und Rhenium) wurde mehr als das Doppelte der Primärproduktion von 2013 ausgemacht. Als Maßnahmen gegen Versorgungsengpässe hob auch diese Studie die Maßnahmen der Substitution, Ressourceneffizienz (in Produktion und Anwendung) und Recycling hervor.<sup>105</sup>

**Insbesondere der BDI hat bereits 2005 eine nationale Rohstoffstrategie der Bundesregierung forciert.**

Abbildung 14: Der Rohstoffbedarf für ausgewählte Zukunftstechnologien in 2035 im Vergleich zur Primärproduktion der Rohstoffe in 2013



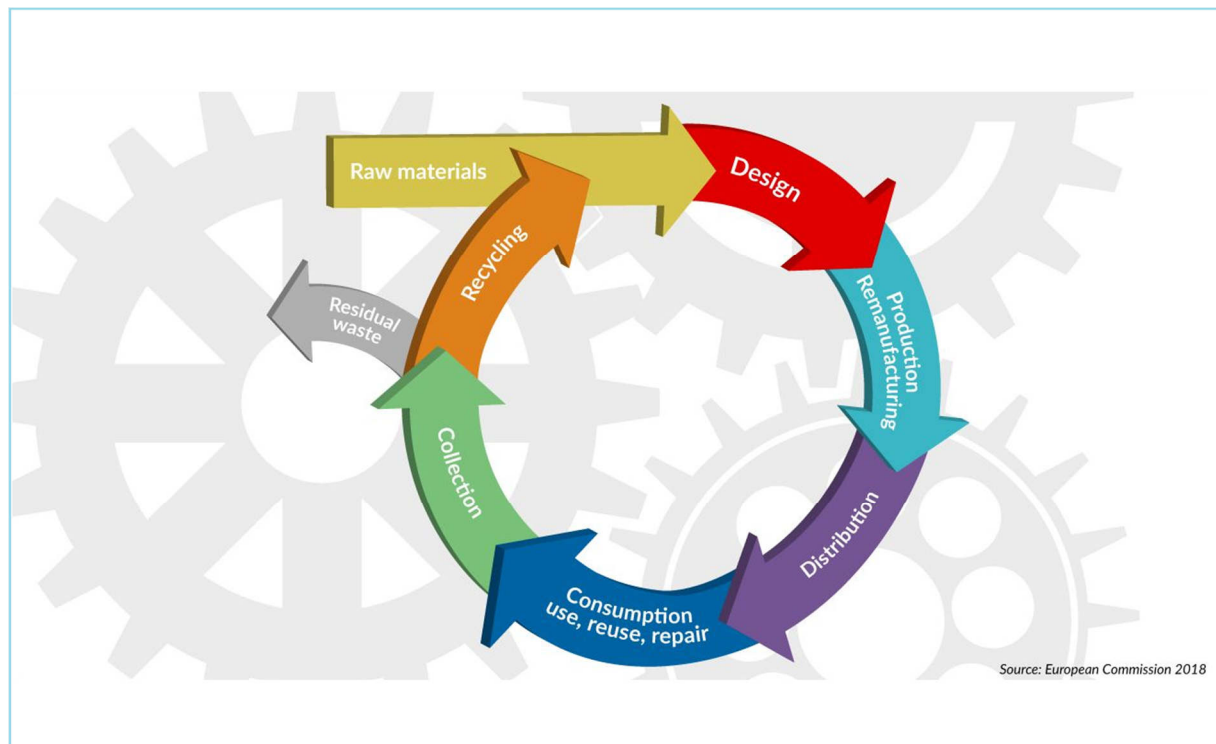
Quelle: Deutsche Rohstoffagentur (DERA) / Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR): Rohstoffe für Zukunftstechnologien, Berlin 2016, S. 14

## 4. Internationale Gegenstrategien einer Kreislaufwirtschaft zur Stärkung der Rohstoffversorgungssicherheit

Auf der Verbrauchsseite der von Rohstoffen abhängigen Industriestaaten gibt es neben der traditionellen Importdiversifizierung 3 alternative Strategien einer „Kreislaufwirtschaft“, wie sie die EU offiziell in 2015 eingeführt hat, um den Rohstoffverbrauch zu reduzieren und so die Versorgungssicherheit vor allem bei KR zu stärken:

- Den Verbrauch von Rohstoffen allgemein oder eines besonders KR zu reduzieren,
- Substitution eines besonders KR mit einem Rohstoff geringerer Kritikalität,
- Recycling und Wiederverwendung der Rohstoffe.<sup>106</sup>

Abbildung 15: Elemente der EU-Kreislaufwirtschaft von 2015



Quelle: Frank Umbach: Uncertain Strategies for Securing Supplies of Critical Raw Materials, Geopolitical Intelligence Service (GIS), 19 June 2018

#### 4.1 Diversifizierung der Importe und neue Versorgungsoptionen

In den folgenden Jahren nach dem chinesischen Exportstopp von SE in 2010 konnten weder die Eröffnung neuer Minen außerhalb der USA noch die Erforschung alternativer Rohstoffe als Substitution des chinesischen Förder- und Exportmonopols bei SE und auch bei anderen KR kurzfristig signifikant verändern, zumal die Neueröffnung von Minen außerhalb der USA und Europas durchschnittlich mindestens 7 Jahre dauert.

**Japan hat sich bis 2030 vorgenommen, den Import von Seltenen Erden zu reduzieren sowie direkt zu kontrollieren.**

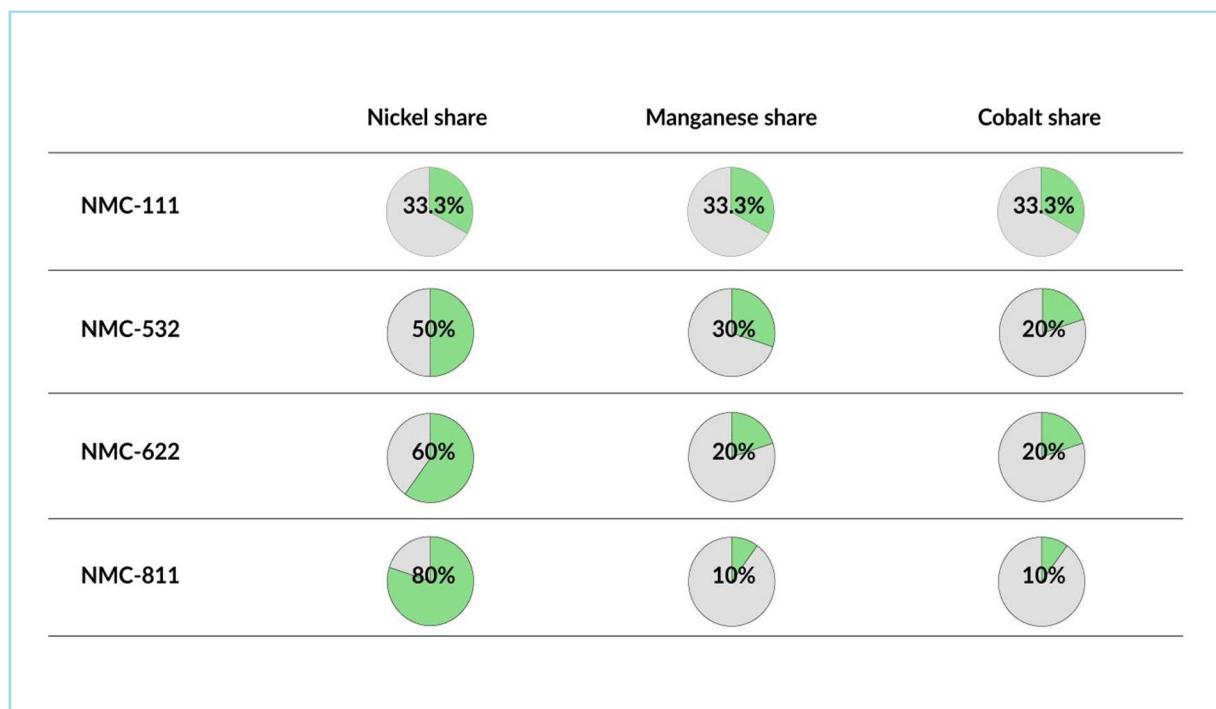
Als unmittelbar Betroffener des Konfliktes von 2010 hatte Japan in den folgenden Jahren die größten Anstrengungen unternommen, um sowohl die Importabhängigkeit bei SE von China als auch ihre Verwendung in neuen Technologien zu verringern und durch andere Rohstoffe zu ersetzen. So hat sich Japan bis 2030 das Ziel gesetzt, den Import von SE zu reduzieren und 50 % direkt zu kontrollieren.<sup>107</sup> Hierbei sollen die Importe aus Kasachstan, Vietnam, Malaysia, Australien und anderen Staaten entsprechend erhöht werden. Daher fördert Japan auch alternative Minenprojekte in den Ländern und hat die Beteiligung japanischer Konzerne bei der Minenerschließung und beim Förderbetrieb erhöht. Im April 2018 wurde durch Tokio bekannt, dass Japan große Vorkommen von SE-Oxiden mit einem Umfang von 16 Mio. t im Meeresgrund in seiner Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) südöstlich seiner Hauptinsel gefunden hat. Die entdeckten Vorkommen könnten ausreichend sein, um den globalen Bedarf bei Yttrium über 780 Jahre, bei Europium über 620 Jahre, bei Terbium über 420 Jahre und Dysprosium über 730 Jahre bei dem derzeitigen Weltbedarf zu fördern. Japanische Wissenschaftler haben auch eine technologische Möglichkeit gefunden, SE aus dem Meeresschlamm zu extrahieren.<sup>108</sup> Allerdings ist unklar, inwieweit diese Vorkommen auch wirtschaftlich profitabel gefördert werden können. Andere diskutierte Minenprojekte von SE in der Zukunft reichen vom Amazonas über Afghanistan, der Tiefsee oder sogar auf dem Mond sowie Asteroiden.<sup>109</sup>

Allerdings haben sich viele diskutierte oder geplante neue Minenprojekte außerhalb Chinas häufig als nicht profitabel genug erwiesen, zumal viele Preise im Zeitraum 2012 bis 2017 wieder gefallen sind. So sollen weniger als 5 Projekte von rund 400 Start-up-Projekten von SE in 2012 bis 2018 realisiert worden sein.<sup>110</sup>

## 4.2 Die Reduzierung der konkreten Nachfrage

Im Zuge des weltweiten Ausbaus der Elektromobilität und der Entwicklung von neuen Fahrzeugbatterien auf der Basis der Lithium-Ion-Batterien richten sich die Anstrengungen vor allem darauf, den Nickel-Mangan-Kobalt-Mix dahingehend zu verändern, dass der Anteil von Kobalt aufgrund seiner besonderen Kritikalität verringert wird. So berichtete das US-Elektroauto-unternehmen Tesla in 2014, den Kobalt-Anteil in seinen Batterien reduziert zu haben und dafür einen höheren Anteil von Nickel und Mangan aufzuweisen.<sup>111</sup> Doch die neuen NMC-811-Batterien mit einem Kobaltanteil von lediglich 10 % werden auch bis 2026 wohl nur einen weltweiten Marktanteil von gerade 25 % erreichen und dürften somit den erwarteten starken Anstieg der globalen Kobalt-Nachfrage nur marginal beeinflussen und reduzieren.<sup>112</sup> Während Volkswagen (VW) in 2018 eine Investitions- und neue Automodellwelle von bis zu 300 neuen Elektroautos angekündigt hatte und hierfür 70 Mrd. Euro bereitstellen will, konnte VW über die nächsten 5 Jahre keine ausreichende Versorgung mit Kobalt für die Batterieproduktion mit Minen- und Handelsunternehmen garantieren.<sup>113</sup>

Abbildung 16: Batterietechnologien und ihr unterschiedlicher Rohstoffmix



Quelle: Frank Umbach: Uncertain Strategies for Securing Supplies of Critical Raw Materials, Geopolitical Intelligence Service (GIS), 19 June 2018

Teslas neueste Generation von Lithium-Batterien soll gar keine SE mehr verwenden. Die Verwendung von leichteren Carbon-Werkstoffen haben zudem das Gewicht der Elektroautos reduziert, so dass weniger Batterien benötigt werden und damit die verwendeten SE reduziert werden konnten. Siemens hat eine Technologie entwickelt, die das HREE Dysprosium in seinen Windturbinen nicht mehr benötigt. Ein anderes Beispiel ist Toyota, das einen neuen hitzebeständigen Magneten entwickelt hat, der den Anteil des kritischen LREE Neodymium verringert und diesen durch die weniger kritischen LREEs von Lanthanum und Cerium ersetzt.<sup>114</sup>

### 4.3 Substitution

**Substitution kann einen Kritischen Rohstoff in einen Rohstoff mit geringerer Kritikalität umwandeln.**

Durch Substitution kann ein KR durch einen Rohstoff mit geringerer Kritikalität ersetzt werden und so das Abhängigkeitsproblem von dem spezifischen KR verringern, nicht aber die Abhängigkeit von Primärrohstoffen an sich. Zudem müssen die Rohstoffeigenschaften ähnlich gut und die Kosten dürfen nicht höher sein, wenn die Produkteigenschaft nicht leiden soll. Ein erfolgreiches Beispiel ist die bereits beschriebene Verringerung von der HREE Dysprosium in Magneten in getriebelosen Offshore-Windkraftanlagen. Ein anderes erfolgreiches Beispiel für die Substitution ist die Entwicklung von LEDs, die pro Lichtstromeinheit Lumen 15- bis 20-mal weniger SE (Yttrium, Europium und Terbium) gegenüber konventionellen Lampen oder Energiesparlampen benötigen.<sup>115</sup> Ein weiteres Beispiel ist die oben bereits beschriebene Entwicklung neuer Batterietechnologien, die einen kleineren Anteil des KR Kobalt enthalten. Ein vollständiger Ersatz von Kobalt erscheint gegenwärtig jedoch kaum möglich und wird mindestens weitere 5 Jahre an intensiver Forschung und Entwicklung benötigen. Somit bleibt festzuhalten, dass in der bisherigen Praxis Ersatzrohstoffe zwar Verwendung finden können, dies jedoch auf Kosten der Effizienz der Anwendungsprodukte gehen kann und nicht selten dabei die Energieeffizienz geringer ist.

Auch die Erforschung alternativer Rohstoffe ist zeitaufwendig und findet häufig insoweit ihre Grenzen, als diese dann oft die Effizienz von „grünen“ Hochtechnologien mindern. Darüber hinaus konnte bisher zumeist kein Ersatz für einige SE wie Neodym gefunden werden – ein Element, das die Leistung von Magneten bei großer Hitze erhöht und auch für Festplatten, Windkraftanlagen und Elektromotoren bei Hybrid-Fahrzeugen von entscheidender Bedeutung ist. Prinzipiell können Windkraftanlagen zwar auch ohne die SE gebaut werden. Allerdings können die Elemente die Windenergiekosten pro Megawatt senken und den Bedarf an anderen Materialien wie Stahl und Kupfer reduzieren.

## 4.4 Recycling und Wiederverwendung

In der anvisierten Kreislaufwirtschaft spielt Recycling und die Wiederverwendung der Rohstoffe eine herausragende Rolle, um Rohstoffverbrauch und -förderung zu verringern und damit auch den Energieaufwand bei Förderung sowie Weiterverarbeitung und die damit verbundenen Emissionen zu senken. So waren japanische Magnetproduzenten nach dem Konflikt von 2010 in der Lage, aus dem industriellen Abfall rund 30 % der SE wiederzugewinnen.<sup>116</sup> In Europa und Nordamerika können die Rohstoffe der älteren Blei- und Nickel-Batterien aufgrund von regulatorischen Vorgaben bis zu 99 % nach Ende ihres Gebrauchs wiederverwendet werden. Gemäß der ELV-Direktive der EU können künftig Elektroautos nur dann verkauft werden, wenn ihre Batterien recycelt und die Rohstoffe wiederverwendet werden. Zudem können diese Batterien auch noch als Stromspeicher für Kraftwerke und Industrieanlagen in einer Zweitverwendung nach der Nutzung in den Elektroautos genutzt werden.

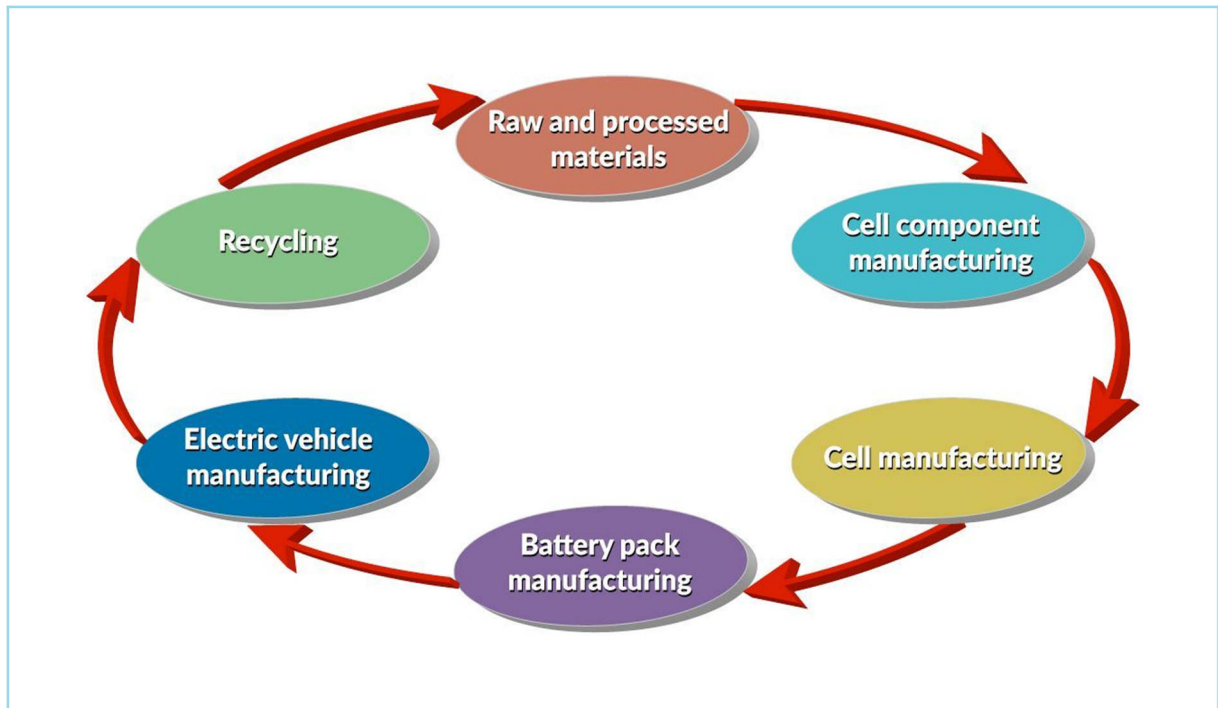
Allerdings stößt auch das Recycling vielfach noch auf technologische und wirtschaftliche Grenzen.<sup>117</sup> Während für einige Rohstoffe zwar technische Recycling-Verfahren vorhanden sind, sind diese für privatwirtschaftliche Unternehmen nicht profitabel genug. So findet ein Recycling von SE und anderen Rohstoffen in Handys zumeist immer noch nicht statt, weil die gewonnenen Mengen (wie bei den SE) zu gering sind und der technische sowie energiewirtschaftliche Aufwand unter zudem restriktiven umweltpolitischen Rahmenbedingungen für das Recycling zu hoch ist.

Mit mehr staatlicher Förderung von Forschung und Entwicklung werden sich sicherlich die Perspektiven in den kommenden Jahrzehnten für Recycling verbessern, da die Preise für viele KR stärker ansteigen dürften. Doch Recycling allein ist ebenfalls kein Allheilmittel gegen den global ansteigenden Rohstoffbedarf, sondern kann in mittelfristiger Perspektive allenfalls den Anstieg nur abmildern.

Weltweit werden bisher nur wenige KR (wie Vanadium, Tungsten, Kobalt und Antimon) in einem etwas größeren Ausmaß recycelt.<sup>118</sup> Von den in der EU in 2017 aufgelisteten 27 KR werden nur 9 recycelt und zudem ist deren Recyclingrate eher gering oder faktisch aufgrund fehlender kommerzieller Profitabilität derzeit nicht existent. Die gesamte Recyclingrate für elektronischen Müll lag nur bei 34 % in 2014 und bei Haushaltsgeräten bei lediglich 17 %. Zweidrittel des elektronischen Mülls und der Haushaltsgeräte werden als Müll nicht weiter für ein Recycling verfolgt, so dass faktisch niemand weiß, was mit diesem elektronischen Müll wirklich passiert und welches Potenzial im „Urban Mining“ konkret steckt. Dabei wird in der EU der elektronische Müll von 9 Mio. t in 2014 auf 12 Mio. t weiter anwachsen.

**Die Recyclingrate von Kritischen Rohstoffen wird in den nächsten Jahrzehnten ansteigen.**

Abbildung 17: Die Batteriewertschöpfungskette



Quelle: Frank Umbach: The Global Battery Race: Europe's Strategic Perspectives, Geopolitical Intelligence Service (GIS), 19 February 2019

Hinzu kommt die Problematik, dass selbst von dem recycelten Müll wiederum nur ein Drittel wirklich in einer geeigneten Art und Weise wiederverwendet wird. Fast 5 Mio. t des recycelten elektronischen Mülls wird schlecht gehandhabt oder „unter dem Tisch gehandelt“.<sup>119</sup> Nach einer Studie des UN-Umweltprogramms (UNEP) von 2011 hatten 34 von 60 KR noch eine Recyclingrate von weniger als 1 %.<sup>120</sup>

Zudem erschwert die Miniaturisierung in der elektronischen Industrie auch die Zerlegung der einzelnen Technologiekomponenten und macht die Wiederverwendung aufwendiger sowie teurer. Somit ist ein Material-effizientes Recycling von KR und Lebensendprodukten (wie Batterien) von einer Vielzahl verschiedener und sich ständig verändernder Faktoren abhängig wie: die Recycling-Infrastruktur, Marktpreise, die technische Möglichkeit, Produkte zu zerlegen, die regulatorischen Rahmenbedingungen und den wiederzuverwendenden Rohstoffumfang eines Produktes am Ende seines Lebenszyklus. Mit dem Verfall zahlreicher Rohstoffpreise im Zeitraum 2012-2017 sieht sich die Recyclingindustrie zahlreichen Problemen und Herausforde-

rungen gegenüber, die Wiederverwendung von Rohstoffen auch kommerziell profitabel betreiben zu können, zumal neue Wettbewerber, verringerte Rohstoffmengen, die digitale Revolution und sich ständig veränderte regulatorische Anforderungen des Umwelt- und Klimaschutzes ein nachhaltiges, aber zugleich für die Privatindustrie profitables Recycling-Management in den letzten Jahren stetig erschwert haben.<sup>121</sup>

Das Recycling von Kobalt in Batterien kann zwar technologisch effizient erfolgen. Allerdings ist dies bei den gegenwärtigen Preisen nicht attraktiv und profitabel, wenn die Kobaltförderung nicht mit der gleichzeitigen Förderung von Lithium und Graphite verbunden wird. Aus Expertensicht werden neue fortschrittliche Recyclingtechnologien erst in rund 10 bis 15 Jahren zur Verfügung stehen und eine größere Rolle spielen können. Doch selbst optimistischste Szenarien eines Kobalt-Recyclings gehen nicht davon aus, dass der prognostizierte starke Anstieg aufgrund der Elektromobilität durch Recycling aufgefangen werden kann. Im besten Fall wird er wie bei anderen technischen Rohstoffgewinnungsmöglichkeiten lediglich den Förderungsanstieg begrenzen können.

Demgegenüber ist das Recycling von Lithium in Batterien bisher noch immer sehr gering, zumal die Batterien nach ihrem eigentlichen Lebensende in ihrer Erstverwendung noch eine Zweitverwendung finden. Dies begrenzt damit aber auch den Recyclingumfang. Gleichwohl dürfte die Recyclingrate bei Lithium-Batterien von gegenwärtig 3 bis 5 % auf 58 % in den kommenden Jahren ansteigen.<sup>122</sup>

Trotz dieser Probleme, Herausforderungen und Unsicherheiten von Recycling, der Wiederverwendung, der Substitution sowie der Diversifizierung der Bezugsquellen sind die alternativen Strategien einer „Kreislaufwirtschaft“ in mittel- und längerfristiger Perspektive im Sinne einer nachhaltigen, aber weitaus materialintensiveren Wirtschaft quasi alternativlos. Auch beim Recycling schreitet China mit großen industriellen Anstrengungen voran, um so die Abhängigkeit von Importen für seine materialintensiven Schlüsseltechnologien und -industrien zu verringern.<sup>123</sup> Die Wiedergewinnung und -verwendung von Rohstoffen wird auch in Asien künftig eine größere Rolle spielen, zumal China (als bisher größter Müllimporteur), aber auch ASEAN-Staaten sich seit kurzem weigern, weiterhin große Mengen an Müll (vor allem Plastik) aus den Industriestaaten über lange Seewege zu importieren und in Landdeponien oft unter Nichtbeachtung umweltpolitischer Notwendigkeiten endzulagern. Derartige Müllimporte sollen künftig begrenzt sowie stärker überwacht werden.<sup>124</sup>

**Derzeit ist das Recycling von Lithium in Batterien gering, wird in den kommenden Jahren aber stark ansteigen.**

## 5. Deutschlands Rohstoffversorgungssicherheit am Scheideweg

Im März 2007 war mit dem 2. BDI-Rohstoffkongress ein Ergebnisbericht der BDI-Präsidialgruppe „Internationale Rohstofffragen“ vorgelegt worden,<sup>125</sup> während die Bundesregierung zur selben Zeit ein erstes Grundsatzpapier von „Elementen einer Rohstoffstrategie“ verabschiedet hatte.<sup>126</sup> In dem BDI-Bericht wurde u. a. festgestellt, dass auch die Hälfte der Weltbergbauproduktion in politisch instabilen oder sogar extrem instabilen Ländern erfolgt. Bei den metallischen Rohstoffen galt diese Lage als noch prekärer, da über 60 % der Exporte aus instabilen oder extrem instabilen Ländern eingeführt wurden. Daher forderte der BDI auch eine „Befassung der Außen- und Sicherheitspolitik mit den Problemen der Rohstoffversorgung“.<sup>127</sup>

Das anvisierte erste nationale Rohstoffkonzept der Bundesregierung wurde jedoch erst 2010 vorgelegt. Dieses sieht eine „Drei-Säulen-Strategie“ vor:

1. Nutzung der heimischen Rohstoffe,
2. den Import von in Deutschland nicht verfügbaren Primärrohstoffen und
3. die Senkung der Abhängigkeit bei Primärrohstoffen durch Recycling, Substitution und die Steigerung der Ressourceneffizienz.<sup>128</sup>

**China ist bisher nicht zu einer wesentlichen Neuausrichtung seiner Rohstoffpolitik bereit.**

Doch wie unzureichend dieses Konzept war, zeigte sich auch in der Tatsache, dass China drei WTO-Klagen der USA, Japans und der EU bis 2014 gegen unfaire Handels- und Wettbewerbsbedingungen zwar verlor, aber nur formal den Urteilsprüchen der WTO nachkam und nicht zu einer grundlegenden Neuausrichtung der chinesischen Rohstoffpolitik in Übereinstimmung mit den WTO-Regeln bereit war. Nach jedem Urteil zeigte sich China äußerst kreativ, neue tarifäre Handelsbeschränkungen (wie Import- und Exportzölle) und nicht-tarifäre Handelsbeschränkungen (wie Subventionen, Verbote, Quoten / Verknappungen, diskriminierende Lizenzverfahren, Preisverzerrungen etc.) und sonstige Staatshilfen neu einzuführen.

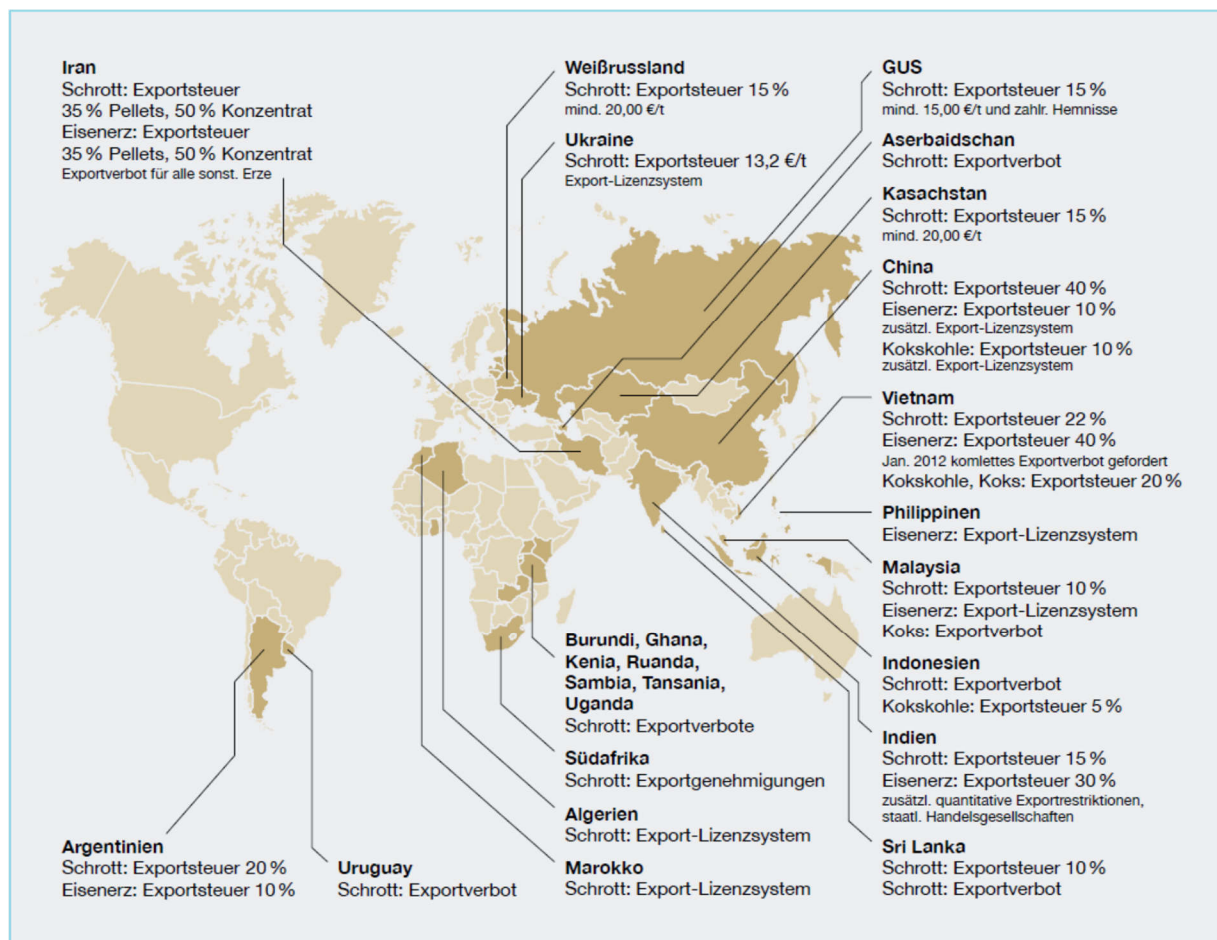
Laut BDI stiegen diese in den Jahren 2008 bis 2011 von 450 auf 1.200 verschiedene Maßnahmen an, um der jeweils eigenen Industrie Vorteile gegenüber ausländischen Konkurrenten auf den internationalen Rohstoffmärkten zu verschaffen. Allein die protektionistischen Maßnahmen nahmen international im Zeitraum 2008 bis 2014 von 100 auf 858 zu, während nur 119 im gleichen Zeitraum abgebaut wurden. Derartige Handelsbeschränkungen sind im internationalen Rohstoffsektor mit 11 % deutlich höher als im gesamten Welthandel mit 5 %. Selbst im Recycling-Sektor sind solche internationalen Wettbewerbsverzerrungen allgegenwärtig: Während China Importsteuerrabatte für Kupferschrotte und kupferhaltige Schrotte eingeführt hat, wurden in Russland hohe Exportsteuern und Ausfuhrverbote auf Schrotte eingeführt, um so die Ausfuhren zu reduzieren. Die Durchsetzung der WTO-Regeln gegen derartige protektionistische Maßnahmen wird einerseits durch die unzureichende verpflichtende Transparenz bei handelsbeschränkenden Maßnahmen im internationalen Rohstoffhandel erschwert, andererseits durch den Umstand, dass derartige Maßnahmen oft sehr kurzfristig eingeführt werden. Im Resultat dauert es dann oft Jahre, bis WTO-Regeln und -Urteile von den abgestraften Staaten umgesetzt werden können.<sup>129</sup>

Den Abbau von Handels- und Wettbewerbsverzerrungen kann Deutschland jedoch nicht allein forcieren, sondern sich nur über eine gemeinsame Rohstoff-, Wirtschafts- und Wettbewerbspolitik der EU global Verhör verschaffen, um die eigenen strategischen Einflussmöglichkeiten zu wahren. Unabhängig von der Trump-Administration und ihrer „America First“-Politik sind dabei Deutschland und die EU künftig mehr denn je auf eine verstärkte transatlantische Kooperation angewiesen (einschließlich auch Kanadas), wenn die chinesischen Herausforderungen auf den Rohstoffmärkten konterkariert werden sollen.

In diesem Sinne können auch die von Deutschland initiierten und von der Bundesregierung politisch flankierten Rohstoffpartnerschaften mit Kasachstan, der Mongolei, Peru und Chile eine wichtige Rolle spielen. Doch konkrete Projekte zur Exploration, Gewinnung und Verarbeitung von Rohstoffen konnten bisher aufgrund einer ungenügenden geologischen Basis, fehlender Infrastruktur, mangelhaften Investitionsbedingungen und Risikokapitalbereitstellung sowie einer unzureichenden strategisch ausgerichteten Rohstoffstrategie mit entsprechender ressortübergreifender Kohärenz nicht wirklich umgesetzt werden. Sie sind bisher über Absichtserklärungen statt auf Umsetzung ausgerichtete Aktions- und Projektabkommen nicht wirklich hinausgekommen. So haben die Partnerschaften zwar zu einem bilateralen und institutionalisierten Austausch sowie Vernetzung geführt, die von den Beteiligten als besonders positiv gewertet wurden, konnten aber die großen Erwartungen nicht erfüllen.

**Deutschland kann sich nur über eine gemeinsame Rohstoff- und Wettbewerbspolitik der EU global Verhör verschaffen.**

Abbildung 18: Zunehmende Abschottung der Rohstoffmärkte (2015)  
Auswahl an Handelshemmnissen bei Schrott, Eisenerz, Kohle, Koks



Quelle: BDI: Anforderungen an eine ganzheitliche und nachhaltige Rohstoffpolitik. BDI-Grundsatzpapier zur Rohstoffpolitik im 21. Jahrhundert, Berlin, Januar 2015, S. 21

Zwar sind solche Rohstoffpartnerschaften sinnvoll und notwendig, genauso wie langfristige Verträge. Doch geben sie beide letztendlich keine Gewähr und können unter Umständen auch Politik und Industrie in einer falschen Sicherheit wiegen, wenn sie nicht Teil einer umfassenden und strategisch ausgerichteten Rohstoffstrategie sind.<sup>130</sup> So ist eine Neuformulierung von Zielen und Inhalten der etablierten Rohstoffpartnerschaften notwendig. Dabei könnte auch das internationale Interesse an Recycling-Technologien, Best Practices, Regularien und die Erfahrungen beim Aufbau von Kreislaufwirtschaften für eine effizientere Rohstoffwiederverwendung größer werden, da jedes Jahr die weltweiten Mengen an Elektro- und Elektronikschrott wei-

ter zunehmen und erhebliche Abfall-Altlasten mit steigenden ökologischen sowie ökonomischen Kosten zur Folge haben. Hierbei sind deutsche Unternehmen weltweit führend und können ihre Erfahrungen sowie Expertise zum beiderseitigen ökonomischen Vorteil einbringen.<sup>131</sup> In einigen Bereichen deckt das Recycling bereits 50 % des deutschen Rohstoffbedarfs.<sup>132</sup>

Darüber hinaus würde sich vor allem eine engere Zusammenarbeit mit Australien analog der Rohstoffkooperation der USA mit Australien anbieten, das eine der wichtigsten Förderländer von KR ist, zumal die bilateralen wirtschaftlichen und außenpolitischen Beziehungen zwischen Deutschland und Australien deutlich aufgewertet, ausgebaut und vertieft wurden.<sup>133</sup>

**Für Deutschland wäre eine engere Rohstoffkooperation mit Australien sinnvoll.**

Eine der wenigen Ausnahmen einer gelungenen „Rückwärtsintegration“ im Sinne einer gemeinsamen Förderung von KR ist das Abkommen zwischen den deutschen Privatunternehmen ACI Systems und K-UTEC sowie dem bolivianischen Staatsunternehmen YLB zur gemeinsamen Förderung von Lithium-Karbonat in einem Umfang von jährlich bis zu 25.000 t unter der bolivianischen Salzebene Uyuni vom Dezember 2018, das für die Lithiumversorgung der deutschen Automobilindustrie eine wichtige Rolle spielen kann.<sup>134</sup>

Doch es wird auch künftig eher die Ausnahme als die Regel einer „Rückwärtsintegration“ sein, die für mittelständische Unternehmen angesichts der Finanzmacht der großen westlichen Bergbaukonzerne (wie Glencore, Rio Tinto u. a.) und der riesigen chinesischen Staatsunternehmen faktisch kaum noch möglich ist. Insofern ist die Aufgabe solcher internationalen Minenbeteiligungen durch die deutsche Industrie Mitte der 90er-Jahre ein strategischer Fehler der deutschen Politik und Wirtschaft gewesen, der heute in dieser Form nicht mehr korrigiert werden kann.

Während somit einerseits durchaus Fortschritte bei der Stärkung der Versorgungssicherheit von KR für die deutsche und europäische Wirtschaft konstatiert werden können, so sind auf der anderen Seite auch Rückschritte zu verzeichnen. Dies gilt insbesondere für das im Januar 2012 initiierte Projekt einer gemeinsamen Rohstoffallianz der deutschen Unternehmen, zu der sich die deutsche Wirtschaft bisher nicht durchringen konnte und 2015 wieder aufgegeben wurde, nachdem sich zunächst die Großunternehmen wie Bayer, BMW, Daimler, ThyssenKrupp und Stahlholding-Saar zusammengeschlossen hatten. Noch immer ist in Teilen der Wirtschaft und Politik ein zu großes Vertrauen auf die selbsttragenden Kräfte des Marktes von Angebot und Nachfrage zu konstatieren, welches weder die seit mehr als einem Jahrzehnt erkennbaren Tendenzen eines internationalen Ressourcennationalismus noch die langfristige merkantilistische Strategie Chinas der strategischen Kontrolle von kompletten Wertschöpfungsketten bei künftigen Schlüsseltechnologien ausreichend zur Kenntnis nimmt.

Während große Unternehmen für ihre Produktion in Deutschland direkt in China die Rohstoffe und weiterverarbeitenden Produkte einkaufen und auf langfristige Lieferverträge setzen, dabei aber auch häufig zu Technologie- und Patenttransfers gezwungen sind, sind kleinere Unternehmen häufig von Zwischenhändlern und deren Bevorratung abhängig. Doch sie alle sind letztendlich vom guten Willen Pekings abhängig und seiner künftig mehr denn je unsicheren Selbsteinbindung in die Weltwirtschaft sowie international arbeitsteiliger Wertschöpfungsketten. So setzen die chinesischen Strategien von „China 2025“ und dem selbst proklamierten Aufstieg zur globalen technologischen Führungsmacht auf die strategische Kontrolle von technologischen Schlüssel-Wertschöpfungsketten auf globaler Ebene, so dass die deutsche Industrie- und Rohstoffpolitik auf einem „Best Case“-Szenario basiert, obwohl gegenwärtig weder China noch Russland noch die USA („America First“) sich von Ansätzen multilateraler Nutzeneffekte („Win-Win-Vorteile“) leiten lassen.

**Viele Unternehmen  
sind beim Thema  
Kritische Rohstoffe nicht  
genug informiert.**

Zudem besteht bei vielen mittelständischen Unternehmen noch immer häufig ein Informationsdefizit im Sinne: „Je kritischer die Rohstoffe, desto niedriger ist der Wissensstand in den Unternehmen.“<sup>135</sup> Daher wird das internationale Rohstoffmonitoring eine noch erhebliche größere Aufmerksamkeit in Politik und Wirtschaft erfordern.

## 6. Strategische Perspektiven und Politikempfehlungen

„Obwohl in den letzten Jahren einige Rohstoffinitiativen wie z. B. die Rohstoffallianz ins Leben gerufen werden, deutet viel darauf hin, dass der Relevanz dauerhafter Verfügbarkeit metallischer und mineralischer Rohstoffe zumindest im politischen Raum nicht der Stellenwert beigemessen wird, den sie verdient. Dementsprechend besteht weiterhin die Gefahr, dass (Verfügbarkeits-)Risiken systematisch unterschätzt und mögliche Strategien im Umgang mit diesen Risiken vernachlässigt werden.“<sup>136</sup>

Deutschland gehört schon heute zu den fünfgrößten Rohstoffimporteuren weltweit und ist zu 100 % Nettoimporteur bei Metallerzen und -konzentraten. Gleichzeitig ist das globale Angebot vieler KR jedoch auf wenige Länder (zudem oft politisch instabil) begrenzt, während sich der künftige globale Wettbewerb bei Zugang zu sowie Zugriff auf diese KR durch die globale Energiewende, Elektromobilität, Batteriespeicher, Digitalisierung aller Industriesektoren und Lebensbereiche sowie KI noch erheblich verschärfen dürfte. Mit dem steigenden Rohstoffbedarf nehmen auch die geoökonomischen und geopolitischen Importabhängigkeiten zu – und damit auch die Risiken und Verwundbarkeiten der deutschen Wirtschaft. Diese müssen auch außen- und sicherheitspolitisch beantwortet werden, haben aber auch Folgen für die deutsche sowie europäische Klimaschutz- und Entwicklungspolitik.

Jede Strategie zur Stärkung der Versorgungssicherheit bei KR ist davon abhängig, welche Technologien und ihre konkrete Rohstoffbasis sich letztendlich am Markt durchsetzen, da nur auf dieser Grundlage der jeweilige Rohstoffbedarf ermittelt werden kann. Dabei werden die Entwicklungszyklen für neue bahnbrechende Schlüsseltechnologien immer kürzer. Infolge der sich beschleunigenden Technologierevolutionen bei EE, Digitalisierung und KI ist somit der konkret steigende Rohstoffbedarf und künftige Rohstoffmix nur bedingt zu prognostizieren und erschwert so die zeitkritischen Investitionen in neue Rohstoffminen sowie Raffinadekapazitäten.

Während die US-Administration von Donald Trump seit 2017 mit großer Unterstützung im US-Kongress Gegenmaßnahmen zur Verringerung der Importabhängigkeit von KR wie der SE aus China forciert hat und jüngst im Juni eine neue Regierungsstrategie zur Versorgungssicherheit bei KR verabschiedet hat, helfen die meisten Gegenmaßnahmen (bis auf die strategische Bevorratung) nur langfristig, werden aber an der kurz- bis mittelfristigen Importabhängigkeit nur bedingt etwas ändern können. Immerhin sollen bis 2022 drei Weiterverarbeitungsanlagen (eine davon bereits in 2020 mit einer jährlichen Kapazität von 5.000 t) der SE in Betrieb gehen.

**Deutschland gehört weltweit zu den fünfgrößten Importeuren von Rohstoffen.**

Chinas Rohstoffpolitik stellt im Besonderen zahlreiche Herausforderungen für Deutschland, die EU und die westliche Rohstoffversorgungssicherheit dar. Dies hat einerseits mit dem Faktum zu tun, dass China den Zugang zu Rohstoffen als eine zentrale wirtschaftliche und sicherheitspolitische Herausforderung für die Entwicklung seiner künftigen Schlüsseltechnologien und -industrien sieht und hier zumeist eher einem „Nullsummen-Denken“ folgt. China ist selbst ein Hauptförderer vieler KR für künftige Schlüsseltechnologien. Da, wo es gezwungen ist, diese zu importieren, versucht Peking, die strategische Kontrolle über die wichtigsten KR-Reserven zu erhalten und folgt einer aggressiven Politik möglichst von Mehrheitsbeteiligungen bei neuen Minenprojekten sowohl in Afrika, Lateinamerika als auch in Asien und Australien. Diese Rohstoffpolitik ist Teil des chinesischen Seidenstraßenprojektes der BRI, in der wirtschaftliche und außen- sowie sicherheitspolitische Elemente eng miteinander zu einer Gesamtstrategie verzahnt sind.

**China versucht, seine eigenen Reserven abzusichern und die globale Versorgungssituation zu steuern.**

Mittels Import- und Exporttarifen sowie -steuern oder aber durch neue Norm- sowie Standardsetzungen innenpolitisch wie international versucht Peking nicht nur seine eigenen Rohstoffreserven durch einen weitgehend begrenzten Zugang ausländischer Unternehmen zu seinen Rohstoffmärkten abzusichern, sondern nimmt gleichzeitig auch direkten Einfluss auf die globale Versorgungssituation und Preispolitik bei zahlreichen KR. Dies hat internationale Wettbewerbsverzerrungen und -behinderungen zur Folge und widerspricht damit auch seinen WTO-Verpflichtungen. Doch zeigt sich Peking äußerst kreativ, diese dann auf andere Weise zu umgehen oder ein politisches Entgegenkommen auf zumeist ältere Industriesektoren zu beschränken, die für seine zukünftige wirtschaftliche Entwicklung und Stellung in der Welt allenfalls von zweitrangiger Bedeutung sind.

Dies gilt umso mehr, als China ganze globale Wertschöpfungsketten zu kontrollieren versucht und über seine Marktmacht von Primärrohstoffen bis zu Endprodukten auch in der Lage ist, Preise weitgehend zu kontrollieren oder zumindest stärker zu beeinflussen und über Exportbeschränkungen die Kartellisierung von Rohstoffmärkten mit weitreichenden geoökonomischen und geopolitischen Auswirkungen voranzutreiben. Der globale Wettbewerb um die KR, die für die globale Energiewende, Digitalisierung aller Industriesektoren und Lebensbereiche sowie der KI benötigt werden, hat somit die Anforderungen an die künftige Rohstoffversorgungssicherheit noch einmal grundlegend verändert, ohne dass diese bisher zu einem wirklichen Paradigmenwechsel in der deutschen Rohstoffsicherheitspolitik geführt haben. Noch immer halten beide – Politik und Wirtschaft – an dem Grundsatz fest, dass in Deutschland primär die Unternehmen selbst die Rohstoffversorgung sicherstellen müssen, obwohl gerade die mittelständische Industrie international hierzu nicht mehr wirklich in der Lage ist.

Tabelle 5: Maßnahmen zur deutschen Rohstoffsicherung (2013)

Adressiertes Problem	Ziel der Maßnahme	Maßnahmen auf der Ebene von		
		Unternehmen	Unternehmensverbund	Staat / EU
Rohstoffabhängigkeit vom Ausland	Zugang zu in- und ausländischem Bergbau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertikale Integration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exploration und Projektentwicklung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investitionssicherheit</li> <li>• Partnerschaften</li> <li>• Exploration</li> <li>• Förderung der inländischen Primärrohstoffgewinnung</li> </ul>
Unsicherheit und ineffizientes Marktverhalten	Transparente Preisbildung, Kritikalitätslisten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der eigenen Rohstoffsituation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Netzworkebildung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schaffung von Informationsangeboten</li> </ul>
Abhängigkeit von Primärrohstoffen	Geringere Abhängigkeit von Primärrohstoffen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktentwicklung</li> <li>• Materialeffizienz</li> <li>• Recycling</li> <li>• Substitution</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbundforschung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausbildung</li> <li>• Grundlagenforschung</li> </ul>
Preisvolatilität	Absicherung gegen Preisschwankungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hedging</li> <li>• Langfristige Lieferverträge</li> <li>• Diversifikation von Lieferanten</li> <li>• Vorratshaltung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachfragebündelung</li> <li>• Gemeinsame Lagerhaltung</li> </ul>	
Versorgungsausfall	Absicherung gegen Versorgungsschwankungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversifikation von Lieferanten</li> <li>• Vorratshaltung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemeinsame Lagerhaltung</li> </ul>	
Strategischer Einsatz von Marktmacht	Freier Wettbewerb auf Rohstoffmärkten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klage gegen Missbrauch von Marktmacht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klage gegen Missbrauch von Marktmacht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Handelspolitik, u. a.: multilaterale und bilaterale Freihandelsverträge, WTO-Verfahren</li> </ul>
Krisen, Korruption, fehlende Stabilität in Rohstoffländern	Politische und wirtschaftliche Stabilisierung der Rohstoffländer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologietransfer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologietransfer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterstützung für Rohstoffländer, u. a.: Partnerschaften, Good Governance, Entwicklungshilfe</li> </ul>

Quelle: Hubertus Bardt / Hanno Kempermann / Karl Lichtblau: Rohstoffe für die Industrie. Analysen des Instituts der deutschen Wirtschaft, Köln 2013, S. 46

In der Realität ist in Deutschland der **indirekte** Rohstoffeinkauf dominierend, bei dem die Rohstoffe an anderer Stelle der Wertschöpfungskette eingeführt werden und bei den weiterverarbeitenden Unternehmen in Form von Zwischenprodukten ankommen. Damit versorgt sich die deutsche Industrie stärker über die Lieferkette als über den **direkten** Einkauf. Daher sollte eigentlich ein besonderes Augenmerk auf den Wertschöpfungsketten liegen. Doch gerade kleinere und mittlere Unternehmen verfügen kaum über die hierfür notwendigen Informationen kompletter internationaler Wertschöpfungsketten, während der Fokus der Politik häufig noch auf der Diversifizierung von Importen und Direkteinkauf verharret. Diese Aufmerksamkeit ist zwar weiterhin notwendig, aber mit Blick auf die chinesische Rohstoffpolitik zu kurzfristig, und sie wird den globalen Herausforderungen nicht gerecht.

**Die Politik muss freien Rohstoffhandel und faire internationale Wettbewerbspolitik sicherstellen.**

Gleichwohl bleibt die Hauptaufgabe der Politik, einen freien und fairen Rohstoffhandel sowie faire internationale Wettbewerbspolitik zu gewährleisten, weiterhin bestehen. Doch müssen die geopolitischen und geoökonomischen Realitäten über die Einflussmöglichkeiten nationalstaatlicher Rohstoffpolitik als zunehmend begrenzt anerkannt werden. Dies gilt insbesondere auch für Deutschland als wirtschaftlich stärkstes EU-Mitglied, dessen internationaler Einfluss über multilaterale Organisationen, Foren und Initiativen vor allem auf den globalen Rohstoffmärkten weiter schwindet. Auch die Stärkung der heimischen Rohstoffförderung bleibt mehr denn je aktuell, erfordert jedoch größere öffentliche Debatten und ein breiteres gesellschaftliches Bewusstsein über die Bedeutung der Rohstoffversorgungssicherheit für den Wirtschaftsstandort Deutschland. Dieses sollte schon in der Schule vermittelt werden und dabei die thematischen Interdependenzen zur Wirtschafts- und Technologie-, Klima- sowie Außen-, Sicherheits- und Entwicklungspolitik aufzeigen. In diesem Kontext muss die Rohstoffpolitik mehr denn je als ein strategisches Instrument der Industrie-, Hochtechnologie- und auch Außen- sowie Sicherheitspolitik verstanden werden.

Wie bei den Herausforderungen der Versorgungssicherheit bei Öl- und Gasimporten gibt es keine „Silver Bullet“-Lösung in Form eines einzigen Instrumentes. Vielmehr müssen zahlreiche Gegenmaßnahmen miteinander zu einer Gesamtstrategie verzahnt werden. Eine solche Versorgungssicherheitsstrategie setzt eine enge strategische Kooperation zwischen Politik und Wirtschaft voraus. Um die neuen strategischen Herausforderungen auf den internationalen Rohstoffmärkten zu bewältigen, darf sich dabei die Politik nicht nur auf die politische Flankierung von Industriestrategien der Wirtschaft beschränken, sondern muss Deutschland proaktiv strategisch positionieren und dabei das gesamtwirtschaftliche Interesse statt industriepolitischer Partikularinteressen im Auge behalten. So sinnvoll die politische Unterstützung und Flankierung von Rohstoffpartnerschaften mit anderen

Ländern und die Proklamierung neuer verrechtlichter Global-Governance-Initiativen durch die Bundesregierung auch sind. Sie sind angesichts eines realpolitischen Ressourcennationalismus und der chinesischen Strategie zur Kontrolle von vollständigen Wertschöpfungsketten in neuen Hightech-Schlüsselindustrien und -technologien völlig unzureichend.

Auch am Beispiel von Volkswagen, das erhebliche Schwierigkeiten hat, eine wirkliche nachhaltige Rohstoffversorgung als Folge der Neuorientierung auf Elektromobilität zu garantieren, zeigen sich einerseits die deutschen und europäischen Herausforderungen, andererseits die früheren Versäumnisse und strategischen Fehler einer unzureichend strategischen Langfriskonzeption, die sich nicht an politischen Wunschbildern, sondern an den internationalen geoökonomischen und geopolitischen Realitäten orientieren muss.

Vor diesem aktuellen Hintergrund sollten auch die deutschen und europäischen Strategien zur Versorgungssicherheit bei KR hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit und zielführenden Effektivität überprüft sowie grundlegend den Herausforderungen entsprechend angepasst werden, was einen strategischen Paradigmenwechsel in zweifacher Hinsicht erfordert:

1. Gerade mit Blick auf die chinesische Herausforderung ist eine Verlagerung von Kompetenzen in der Rohstoffpolitik nach Brüssel unabdingbar, da nur im größeren europäischen Rahmen die zukünftige Rohstoffversorgungssicherheit Deutschlands vor dem Hintergrund eines verschärften weltweiten Wettbewerbs um die KR und „Technologiemetalle“ für die neuen Schlüsseltechnologien bei EE, Batteriespeichern, Elektromobilität, Digitalisierung und KI gewährleistet werden kann.
2. So nützlich „Rohstoffpartnerschaften“ mit Ländern wie Chile, der Mongolei, Kasachstan, Peru und anderen sicherlich sein mögen: Deutschland und die EU benötigen eine „strategische Rohstoffallianz“ durch eine verstärkte transatlantische (außen-)politische Kooperation mit den USA und Kanada, aber genauso mit Australien, in dem Bewusstsein, dass – wer immer auch die neuen technologischen Wertschöpfungsketten in Zukunft kontrolliert – dieser auch die künftige Industrie- und Wirtschaftsmacht im 21. Jahrhundert kontrolliert.

**Am Beispiel von Volkswagen zeigen sich die strategischen Fehler in der Planungsumstellung auf Elektromobilität.**

///

## Anmerkungen

- <sup>1</sup> Vgl. Seltene Erden als Waffe im Handelskrieg, Die Welt, 31.5.2019, S. 10; Lucy Hornby / Archie Zhang: China's State Planner Suggests Using Rare Earths in US Trade War, Financial Times (FT), 29.5.2019; Lucy Hornby / Henry Sanderson: Rare Earths: Beijing Threatens a new Front in the Trade War, FT, 4.6.2019; Keith Johnson / Elias Groll: China Raises Threat of Rare-Earth Cut off to U.S., Foreign Policy (FP), 21.5.2019; China may be Reaching for its Rare Earths Gun, Stratfor.com, 30.5.2019 und Paul Wiseman / Frank Bajak / Yanan Wang: Chinese Media Suggest Rare Earth Embargo on US amid Trade War, The Diplomat, 30.5.2019.
- <sup>2</sup> Vgl. Chad Bray: Trade War: Will China Use „Nuclear Option“ of Banning Rare Earth Exports to US?, South China Morning Post (SCMP), 22.5.2019 und Will Rare Earth be the Next Front in the U.S. China Tech War?, Stratfor.com, 20.5.2019.
- <sup>3</sup> Vgl. John Seaman: Rare Earths and China. A Review of Changing Criticality in the New Economy, Notes of l'IFRI, Paris 2017, S. 9.
- <sup>4</sup> Vgl. Frank Umbach: The Growing Importance of Raw Material Supplies, Geopolitical Intelligence Service (GIS), 19.6.2018; Baolu Zhou ID / Zhongxue Li / Congcong Chen: Global Potential of Rare Earth Resources and Rare Earth Demand from Clean Technologies, Minerals 7, 203, 25.10.2017; Jakub Kullik: Unter dem Radar. Die strategische Bedeutung Seltener Erden für die wirtschaftliche und militärische Sicherheit des Westens. BAKS-Arbeitspapier Sicherheitspolitik, Berlin, Nr. 13/2019.
- <sup>5</sup> Als „Kritische Rohstoffe“ werden allgemein solche Rohstoffe bezeichnet, welche von hoher ökonomischer Bedeutung sind, bei denen jedoch kein jederzeit freier und fairer Zugang zu Rohstoffen auf dem Weltmarkt sowie damit keine stabile Versorgung aus Rohstoffquellen gegeben ist.
- <sup>6</sup> Vgl. Henry Sanderson: US Spares Rare Earths in China Trade War, FT, 18.9.2018.
- <sup>7</sup> Vgl. D.S. Abraham: The Elements of Power: Gadgets, Guns, and the Struggle for a Sustainable Future in the Rare Metal Age, New Heaven: Yale University Press 2015.
- <sup>8</sup> Vgl. Harry Dempsey: US Enticed by Greenland's Rare Earth Resources, FT, 20.8.2019 und Richard Milne, Greenland Cherished Ambitions Tied to its Mineral Bounty, FT, 29.8.2019.
- <sup>9</sup> Vgl. Mikaa Mered, The Arctic: Critical Metals, Hydrogen and Wind Power for the Energy Transition, IFRI, Paris, 23.1.2019 und Baolu Zhou ID / Zhongxue Li / Congcong Chen: Global Potential of Rare Earth Resources and Rare Earth Demand from Clean Technologies.
- <sup>10</sup> Ressourcen umfassen im Gegensatz zu den Reserven auch all jene Vorkommen, deren Abbau sich gegenwärtig aus wirtschaftlichen Gründen unter den derzeitigen technologischen und finanziellen Rahmenbedingungen nicht lohnt.

- <sup>11</sup> Vgl. meine Analysen zum Konflikt als auch Auswirkungen auf die Rohstoffstrategien Japans, der USA, der EU und Deutschlands bis 2012 – Frank Umbach: Islands Dispute Puts Spotlight on China’s Rare Earths Strategy, GIS, 28.12.2012; Frank Umbach: China Moves Closer to a Monopoly in Rare Earths, 14.12.2012; How China’s Strict Rare Earths Policies Sparked a Backlash, ebda., 19.12.2012; The U.S. Fights Back against China’s Rare Earths Domination, ebda., 8.1.2013; Japan’s Plan to Reduce Dependence on China’s Raw Materials, ebda., 15.1.2013; Germany Pays Price of Losing Direct Access to Critical Raw Materials, ebda., 22.1.2013; China Fights to Retain Dominance of Rare Earths Market, ebda., 29.1.2013; Europe’s Plan to Safeguard Supplies of Raw Materials, ebda., 5.2. 2013; Europe Demands More Transparency of Raw Materials Market, ebda., 13.2.2013, and China Is Losing the Trust of its Global Rare Earth Customers, ebda., 20.2.2013.
- <sup>12</sup> Vgl. BDI: Bericht zur Verfügbarkeitsituation metallischer Rohstoffe und ihren Auswirkungen auf die deutsche Wirtschaft, Berlin, Dezember 2006, S. 5.
- <sup>13</sup> Vgl. ebda., S. 5 ff.
- <sup>14</sup> Vgl. Frank Umbach: Deutsche Außenpolitik und Energiesicherheit, in: Thomas Jäger / Alexander Höse / Kai Oppermann (Hrsg.): Deutsche Außenpolitik, Sicherheit, Wohlfahrt, Institutionen und Normen, Wiesbaden 2011, S. 370-393 (hier S. 388).
- <sup>15</sup> Vgl. BDI: Anforderungen an eine ganzheitliche und nachhaltige Rohstoffpolitik, Berlin, Januar 2015.
- <sup>16</sup> Vgl. What Explains the Ups and Downs of Resource Nationalism?, Stratfor.com, 1.8.2018.
- <sup>17</sup> Vgl. Sibren de Jong u. a.: Strengthening Stability and Sustainability. Mapping Opportunities in the Governance of Natural Resources, The Hague Centre for Strategic Studies (HCSS), The Hague 2017.
- <sup>18</sup> Hierunter wird die Vernetzung und Verzahnung von industriellen Prozessen mit moderner Informations- und Kommunikationstechnologien verstanden – vgl. auch BDI, Rohstoffversorgung 4.0. Handlungsempfehlungen für eine nachhaltige Rohstoffpolitik im Zeichen der Digitalisierung, Berlin, Oktober 2017.
- <sup>19</sup> Vgl. World Bank Group: The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future, Washington D.C., Juni 2017; John Dizard: Clean Energy World Needs a Thriving Mining Sector, FT, 6.4.2018; DERA-BGR, Wachstumsraten-Monitor: Entwicklung von Angebot und Nachfrage ausgewählter mineralischer Rohstoffe, DERA-Rohstoffinformationen Nr. 30, Berlin, Oktober 2015; Dies., Rohstoffe für Zukunftstechnologien, Auftragsstudie, Fraunhofer IZM, Berlin, März 2016.
- <sup>20</sup> Bei einem Maximalwert von 10.000 lag der HHI-Index z. B. bei SE bei 8.359 in 2013 – Ulrike Dorner / Maren Liedtke: Mineralische Rohstoffe für die Energiewende, BGR-DEIRA Commodity TopNews Nr. 50, Hannover, Juli 2016, S. 6 f.
- <sup>21</sup> BDI: Rohstoffversorgung 4.0, S. 6.

- <sup>22</sup> Vgl. ebda., S. 9.
- <sup>23</sup> Vgl. Frank Umbach: Energy Security in a Digitalized World and its Geostrategic Implications und Marc-Antoine Eyl-Mazzega / Carole Mathieu: Strategic Dimensions of the Energy Transition, IFRI/Centre for Energy, Paris, April 2019, S. 33 ff.
- <sup>24</sup> Vgl. Öko-Institut e.V.: Deutschland 2049 – Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Rohstoffwirtschaft, Darmstadt, Mai 2017.
- <sup>25</sup> Vgl. OECD: A Global Standard: Towards Responsible Mineral Supply Chains, 1.8.2014.
- <sup>26</sup> Vgl. Henry Sanderson: Electric Car Growth Sparks Environmental Concerns, FT, 7.7.2017 und How Carbon Emissions Reductions will Alter Supply Chains, Stratfor.com, 13.8.2015.
- <sup>27</sup> Vgl. Johannes Perger: Der Einfluss des Wirtschaftswachstums aufstrebender Industrienationen auf die Märkte mineralischer Rohstoffe – Update 2018, BGR-DEIRA Commodity TopNews, Mai 2018, S. 2.
- <sup>28</sup> Vgl. UNEP: 2018 Investment in Renewables 12 % down on 2017, Energypost.eu, 6.9.2019, S. 2.
- <sup>29</sup> Vgl. VBW: Rohstoffsituation der bayerischen Wirtschaft, München, Februar 2015, 5. Aufl., S. 35 ff.
- <sup>30</sup> Vgl. European Commission: Proposal for a European Innovation Partnership on Raw Materials. Making Raw Materials Available for Europe's Future Well-Being, Brussels, 29.2.2012 COM(2012) 82 final, S. 3.
- <sup>31</sup> Vgl. ebda.
- <sup>32</sup> Vgl. Georgia Willems: Rare Earths Outlook 2019: EV Production to Drive Demand, Rare Earth Investing News, 18.12.2018 und The Cleantech Revolution Fuels Market Demand for Rare Earth Metals, ebda., 31.12.2018.
- <sup>33</sup> Vgl. Huw McKay: Electric Cars will Influence Demand for Metals more than Oil, FT, 31.12.2016; Joseph Keller: The Green Energy Revolution: Driving Copper Demand into the Future, Copper Investing News, 15.8.2019 und John Dizard: America's Green new Deal Needs Copper but is there Enough?, FT, 22.3.2019.
- <sup>34</sup> Vgl. John Seaman: Rare Earths and China, S. 20 und Ulrike Dorner / Maren Liedtke: Mineralische Rohstoffe für die Energiewende, S. 2.
- <sup>35</sup> Metallerze kommen zumeist nicht allein vor, sondern als Mischprodukte gemeinsam mit anderen Erzen.
- <sup>36</sup> Vgl. Cindy Hurst: China's Rare Earth Elements Industry: What Can the West Learn?, Institute for the Analysis of Global Security (IAGS), Washington D.C., März 2010 und VBW: Rohstoffsituation der bayerischen Wirtschaft, 2015, S. 40 ff.
- <sup>37</sup> Vgl. Charlotte McLeod: Rare Earth Production, Rare Earth Investing News, 23.5.2019.

- <sup>38</sup> Vgl. How China Overpowered the U.S. to Win the Battle for Rare Earths, Bloomberg, 11.6.2019.
- <sup>39</sup> Vgl. ebda.
- <sup>40</sup> Vgl. Frank Umbach: Rare Earth Minerals Return to the U.S. Security Agenda, GIS, 1.8.2019.
- <sup>41</sup> Vgl. Chris Lo: The False Monopoly: China and the Rare Earths Trade, Mining-Technology.com, 19.8.2015 und James Vincent: China can't Control the Market in Rare Earth Elements because they aren't all that Rare, The Verge.com, 17.4. 2018.
- <sup>42</sup> Vgl. A Malaysian Rare Earth Processing Plant Looms Large in the U.S.-China Trade Spat, Stratfor.com, 19.8.2019.
- <sup>43</sup> Vgl. Yuliya Fedorinova: Russia Holds Rare Earths But Mines Little. That's Changing, Bloomberg, 31.5.2019 und Ian Coles: Africa Holds Promise of Rare Earth Riches, FT, 6.3.2017.
- <sup>44</sup> Vgl. Harry Dempsey / Henry Sanderson: Burundi Rare Earths Mine Targets 20-fold Output Boost, FT, 8.9.2019.
- <sup>45</sup> Vgl. Jamie Smyth: Australia's 15 Projects Aim to Break China Rare Earths Dominance, FT, 3.9.2019.
- <sup>46</sup> Vgl. Frank Umbach: Four Implications of Electric Mobility und VBW, Rohstoffsituation der bayerischen Wirtschaft, 2015, S. 35 ff.
- <sup>47</sup> Vgl. Frank Umbach: Europäische Energiesicherheit im Wandel. Globale Energiemegatrends und ihre Auswirkungen, Aktuelle Analysen, Hanns-Seidel-Stiftung, München, November 2017, S. 15 ff. und Green Energy Revolution: Driving Copper Demand into the Future, Copper Investing News, 13.5.2019.
- <sup>48</sup> Vgl. European Commission: Electric Vehicle Life Cycle Analysis and Raw Material Availability. Briefing, Transport & Environment, Brüssel, Oktober 2017 und Henry Sanderson: Electric Vehicle Ambitions Spark Race for Raw Materials, FT, 24.10.2017.
- <sup>49</sup> Vgl. Elisabeth Behrmann / Andrew Marc Noel / David Stringer: China is already Winning the Next Great Race in Electric Cars, Bloomberg, 10.8.2019, S. 1.
- <sup>50</sup> Vgl. Electric Car Sales Fall for the First Time after China Cuts Subsidy, Bloomberg, 3.9.2019.
- <sup>51</sup> Vgl. Anika Regett / Mayra Buschle / Martin R. Stuchtey, Der Weg zu zirkulären Geschäftsmodellen für Elektrofahrzeugbatterien, Energiewirtschaftliche Tagesfragen, September 2019, S. 66-70.
- <sup>52</sup> Vgl. auch Frank Umbach: Energy Security in a Digitalized World and its Geostrategic Implications, S. 113 ff.

- <sup>53</sup> Vgl. Annemarie Botzki: Germany Takes Lead in Euro Battery Charge, Interfaxenergy.com-Natural Gas Daily, 9.5.2017.
- <sup>54</sup> Vgl. Henry Sanderson: Australia Seeks Investment from European Electric Carmakers, FT, 16 September 2019.
- <sup>55</sup> Vgl. Henry Sanderson: Environment a Risk from Clean Energy Switch, says World Bank, FT, 18.7.2018.
- <sup>56</sup> Vgl. Ben McLellan: Politically Charged: Do You Know Where Your Batteries Come from?, www.energypost.eu, 11.8.2017; Types of Lithium Brine Deposits, Lithium Investing News, 9.8.2017 und Marcelo Azevedo u. a.: Lithium and Cobalt: A Tale of two Commodities, McKinsey & Company, Metals & Mining, Juni 2018.
- <sup>57</sup> Vgl. Low-Cost Lithium Extraction from Oil Brines may Power EVs and the Global Lithium Market, Lithium Investing News, 27.2.2019 und US Unconventional Lithium Play: Rapid Lithium Extraction Technology Unlocking Value, ebda., 15.1.2019.
- <sup>58</sup> Vgl. Neil Hume: Lithium Bulls Need to Chill Out, FT, 10.9.2019.
- <sup>59</sup> Vgl. Lithium Forecast & Lithium Stocks to Buy, S. 11.
- <sup>60</sup> Vgl. Henry Sanderson: Electric Cars: China Powers the Battery Supply Chain, FT, 22.5.2019 und Ders.: China's CATL to Buy Stake in Australian Lithium Miner Pilbara, FT, 4.9.2019.
- <sup>61</sup> Vgl. Priscilla Barrera: Lithium Outlook 2019: A Transition Year Ahead.
- <sup>62</sup> Vgl. Cobalt Market Forecast and Cobalt Stocks to Buy, Resource Investing News 2018, S. 2 und Neil Hume / Henry Sanderson: Copper and Cobalt Markets at Risk of Supply Disruptions, FT, 30.4.2018.
- <sup>63</sup> Vgl. Nicole Rashotte: Will Cobalt Supply Meet Growing EV Battery Demand?, Cobalt Investing News, 6.6.2018.
- <sup>64</sup> Vgl. European Commission: Electric Vehicle Life Cycle Analysis and Raw Material Availability, S. 8; Henry Sanderson / Neil Hume: Cobalt Stand-off Key to Future of Electric Vehicles, FT, 17.10.2017.
- <sup>65</sup> Vgl. Cobalt Forecast 2019: Execs Optimistic Cobalt Demand is Here to Stay Resource Investing News, The Battery Metals Market in 2019, S. 28-33 (hier S. 29).
- <sup>66</sup> Vgl. Priscilla Barrera: Top Cobalt Production by Country, Cobalt Investing News, 1.5.2019.
- <sup>67</sup> Vgl. Cobalt Market Forecast and Cobalt Stocks to Buy, S. 4; Priscilla Barrera: EV Makers „not Doing Enough“ to Tackle Human Rights Abuses in Cobalt Supply Chains, Cobalt Investing News, 16.11.2017; The Critical Need for Cobalt Supply Diversification, ebda., 20.9.2017; David Pilling: Clean Electric Cars are Built on Pollution in Congo, FT, 26.7.2017 und Henry Sanderson / Cloe Cornish: Amnesty Warns on Use of Child Labor in Cobalt Mining, FT, 15.11.2017.

- <sup>68</sup> Vgl. Priscilla Barrera: EV Makers Join Forces to „Drive Sustainability“ in Cobalt Mining, Cobalt Investing News, 29.11.2017.
- <sup>69</sup> Vgl. Myles McCormick: Umicore Warns on Profits as Chinese Electric Vehicle Demand Drops, FT; 23.4.2019; Henry Sanderson: Cobalt Hits 2-Year low as DRC Ramps up Supply, FT, 6.2.2019.
- <sup>70</sup> Vgl. Henry Sanderson: Cobalt Rockets as Glencore Plans Closure of Major Mine, FT, 16.8.2019; Scott Tibbals: Mutanda Closure „Changes Outlook Considerably“ for Cobalt, Cobalt Investing News, 7.8.2019.
- <sup>71</sup> Vgl. Cobalt Trends 2018: Prices Fall, Nickel Threat Creeps up, ebda., S. 102.
- <sup>72</sup> Vgl. Congo: Why the Shutdown of one Cobalt Mine Matters, Stratfor.com, 7.8.2019.
- <sup>73</sup> Vgl. Henry Sanderson: China Tightens Grip on Global Cobalt Supplies, FT, 14.3.2018 und Ders.: China Plays Long Game on Cobalt and Electric Batteries, FT, 26.5.2016.
- <sup>74</sup> Vgl. Olivia Da Silva: EV Copper Consumption to Grow 250 % by 2030: WoodMac, Copper Investing News, 13.8.2019.
- <sup>75</sup> Vgl. Jocelyn Timperley: Explainer: These Six Metals are Key to a Low-Carbon Future, CarbonBrief, 12.4.2018, S. 8.
- <sup>76</sup> Vgl. Joseph Keller: The Green Energy Revolution: Driving Copper Demand into the Future, S. 2.
- <sup>77</sup> Vgl. Jocelyn Timperley: Renewable Energy to be Major Copper Demand Driver, Copper Investing News, 9.5.2019.
- <sup>78</sup> Vgl. Copper: A Relative Constant in a Changing World, Stratfor.com, 1 August 2018, S. 2.
- <sup>79</sup> Vgl. Neil Hume: Rio Tinto Warns of Delay and Cost Blowout at Mongolia Copper Mine, FT, 16.7.2019.
- <sup>80</sup> Vgl. Olivia Da Silva: ICSG Raises 2019 Copper Deficit Prediction, Copper Investing News, 13.5.2019.
- <sup>81</sup> Vgl. Joseph Keller: The Green Energy Revolution: Driving Copper Demand into the Future.
- <sup>82</sup> Vgl. Copper: A Relative Constant in a Changing World, S. 3.
- <sup>83</sup> Vgl. Johannes Häußler / Stormy-Annika Mildner: Risiko Rohstoffversorgung, SWP-Zeitschriftenschau 1, Berlin, April 2012.
- <sup>84</sup> Vgl. Luis A. Tercero Espinoza: The Role of Emerging Technologies in Rapidly Changing Demand for Mineral Raw Materials, European Commission/European Research Area, Polinares Working Paper No. 27, März 2012.
- <sup>85</sup> Vgl. Jaako Kooroshy / Felix Preston / Sian Bradley: Cartels and Competition in Minerals Markets: Challenges for Global Governance, Chatham House, London, Dezember 2014.

- <sup>86</sup> Vgl. ebda.
- <sup>87</sup> Vgl. Jamie Smyth: Australia's 15 Projects Aim to Break China Rare Earths Dominance, FT, 3.9.2019.
- <sup>88</sup> Vgl. U.S. Government Accountability Office (GAO): Rare Earths Materials: Developing a Comprehensive Approach Better Manage National Security Risks in the Supply Chain, Report to Congressional Committees, Washington D.C., Februar 2016; DoD: Assessing and Strengthening the Manufacturing and Defense Industrial Base and Supply Chain Resiliency of the United States. Report to President Donald J. Trump by the Interagency Task Force in Fulfillment of Executive Order 13806, Washington D. C., September 2018 und DoD: Industrial Capabilities. Annual Report to Congress. Fiscal Year 2018, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition and Sustainment / Office of the Deputy Assistant Secretary of Defense for Industrial Policy, Washington D. C., 13.5.2019.
- <sup>89</sup> Vgl. European Commission: Report on Critical Raw Materials and the Circular Economy, S. 55 ff. und die Studie von Claudiu C. Pavel / Evangelos Tzimas: Raw Materials in the European Defence Industry. JRC Science for Policy Report, Petten (The Netherlands) 2016.
- <sup>90</sup> Vgl. European Commission: Report on Critical Raw Materials for the EU. Report of the Ad-hoc Working Group on Defining Critical Raw Materials, Brussels, May 2014, S. 8; Henrike Sievers / Bram Buijs / Luis Tercero: Critical Minerals for the EU, Polinares Working Paper No. 31, März 2012 und Henrike Sievers / Luis Tercero: European Dependence on and Concentration Tendencies of the Material Production, Polinares Working Papers No. 14, März 2012.
- <sup>91</sup> Vgl. European Commission: Report on Critical Raw Materials for the EU, S. 8.
- <sup>92</sup> Vgl. European Commission: The Raw Materials Initiative – Meeting our Critical Needs for Growth and Jobs in Europe, {SEC(2008)2741}, Brussels, 4 November 2008 COM(2008) 699 final.
- <sup>93</sup> Vgl. Dies.: Critical Raw Materials for the EU. Report of the Ad-hoc Working Group on Defining Critical Raw Materials, Brussels, Juni 2010.
- <sup>94</sup> Vgl. den Bütikofer-Bericht – European Parliament: Report on an Effective Raw Materials Strategy for Europe (2011/2056(INI). Committee on Industry, Research and Energy, Brussels, 25.7.2011.
- <sup>95</sup> Vgl. ebda. und Dies.: US-Japan-EU Trilateral Workshop on Critical Raw Materials, Workshop Report, Brussels, 2 December 2013.
- <sup>96</sup> Vgl. European Commission: Study on the Review of the List of Critical Raw Materials. Criticality Assessments', Brussels, Juni 2017, S. 48.
- <sup>97</sup> Vgl. Dies.: Report on Critical Raw Materials for the EU.

- <sup>98</sup> Vgl. Dies.: On the List of Critical Raw Materials for the EU, Brussels, 13.9.2017 COM(2017) 490 final, und Dies.: Report on Critical Raw Materials and the Circular Economy, Commission Staff Working Document, Brussels, 16.1.2018 SWD(2018) 36 final.
- <sup>99</sup> Vgl. Dies.: Study on the Review of the List of Critical Raw Materials. Criticality Assessments, Brüssel, Juni 2017, S. 15 f.
- <sup>100</sup> Vgl. auch Kap. 5 dieser Analyse sowie BGR: Deutschland – Rohstoffsituation 2010, Hannover 2011.
- <sup>101</sup> Vgl. Peter Pflieger / Karl Lichtblau / Hanno Kempermann / Hubertus Bardt: Rohstoffsituation Bayern – keine Zukunft ohne Rohstoffe, München: Verband der Bayerischen Wirtschaft (vbw), Juli 2011. Vgl. auch die Ausgaben 5 von 2015 und 6 von 2017.
- <sup>102</sup> Vgl. VBW: Rohstoffsituation der bayerischen Wirtschaft, S. 16.
- <sup>103</sup> DERA-BGR: DERA-Rohstoffliste 2014. Angebotskonzentration bei mineralischen Rohstoffen und Zwischenprodukten – potenzielle Preis- und Lieferrisiken, Berlin 2015, S. 9 ff.
- <sup>104</sup> Vgl. ebda., S. 23 f.
- <sup>105</sup> Vgl. DERA-BGR: Rohstoffe für Zukunftstechnologien, Berlin, März 2016.
- <sup>106</sup> Vgl. Luis A. Tercero Espinoza: The Contribution of Recycling to the Supply of Metals and Minerals, European Commission / European Research Area, Polinares Working Paper No. 20, März 2012.
- <sup>107</sup> Vgl. Frank Umbach: Japan's Plan to Reduce Dependence on China's Raw Materials und Ka-ho Yu: Japan Challenging China's Rare Earth Hegemony?, EUCERS-Newsletter, Issue 20, Januar 2013.
- <sup>108</sup> Vgl. Yui Shuzo: Centuries' Worth Supply of Rare Earths Found in Japanese Waters, The Mainichi, 11.4.2018; Yutaro Takaya u. a.: The Tremendous Potential of Deep-Sea Mud as a Source of Rare Earth Elements, Nature-Scientific Reports, No. 8/2018, 10.4.2018; Hudson Lockett: Rare Earths Discovery Boots Japan Extractors, Machinery Makers, FT, 11.4.2018.
- <sup>109</sup> Vgl. J. M. Klinger: Rare Earth Frontiers: From Terrestrial Subsoils to Lunar Landscapes, Ithaca 2017.
- <sup>110</sup> Vgl. Ryan Swift / Chad Bray: Mine, Replace and Recycle: Can the US, Europe and Japan End Reliance on China for Rare Rare Earths?, SCMP, 29.6.2019, S. 4.
- <sup>111</sup> Vgl. Priscilla Barrera: Tesla to Reduce Cobalt Use in EV Batteries to „Almost Nothing“, Cobalt Investing News, 3.5.2018.
- <sup>112</sup> Vgl. Cobalt Outlook 2019: Will Prices Continue to Fall?, in Resource Investing News, The Battery Metals Market in 2019, S. 34-39 (hier S. 38 f.).

- <sup>113</sup> Vgl. Priscilla Barrera: Volkswagen Struggles to Reach Long-Term Cobalt Supply Deals, Cobalt Investing News, 27.11.2017 und Henry Sanderson / Neil Hume: VW Fails to Secure Long-Term Cobalt Supply for Electric Vehicles, FT, 15.10.2017.
- <sup>114</sup> Vgl. Nicole Rashotte: New Toyota Magnet Could Cut Electric Vehicle Motor Costs, Rare Earth Investing News, 21.2.2018.
- <sup>115</sup> Vgl. DERA-BGR: DERA-Rohstoffliste 2014, S. 33.
- <sup>116</sup> Vgl. John Seaman: Rare Earths and China, S. 15.
- <sup>117</sup> Vgl. Ein neuer Markt für Recycling-Rohstoffe, FAZ, 31.8.2019, S. 25.
- <sup>118</sup> Vgl. European Commission: Report on Critical Raw Materials and the Circular Economy, Commission Staff Working Document, Brussels, 16.1.2018 SWD (2018) 36 final, S. 10.
- <sup>119</sup> Vgl. Dave Keating: Raw Power, EurActiv, 12.11.2018 und Catherine Stupp, Only One-Third of the EU's E-Waste Recycled Properly, ebda., 1.9.2015.
- <sup>120</sup> Vgl. Aurélie Faure-Schuyer / Christian Edenhofer / Milan Elkerbout: Value Chains Based on Mineral Raw Materials, S. 18.
- <sup>121</sup> Vgl. Samuel White: Redesigning the Recycling Industry, EurActiv, 11.1.2016.
- <sup>122</sup> See Hans Eric Melin: New Report on Recycling and Second Life of Lithium-ion Batteries, LinkedIn, 21 Juni 2018, <https://www.linkedin.com/pulse/new-report-recycling-second-life-lithium-ion-batteries-melin>, Stand: 28.6.2018.
- <sup>123</sup> Vgl. Elisabeth Behrman / Andrew Marc Noel / David Stringer: China is already Winning the Next Great Race in Electric Cars.
- <sup>124</sup> Vgl. Editorial Board: Global Recycling Crisis should be a Wake-up Call, FT, 23.8.2019.
- <sup>125</sup> Vgl. BDI: Rohstoffsicherheit – Anforderungen an Industrie und Politik, Berlin 2007 und Ders.: Bericht zur Verfügbarkeitssituation metallischer Rohstoffe und ihren Auswirkungen auf die deutsche Wirtschaft, Berlin 2006.
- <sup>126</sup> Vgl. Bundesregierung: Elemente einer Rohstoffstrategie der Bundesregierung, Berlin 2007.
- <sup>127</sup> Vgl. BDI: Rohstoffsicherheit – Anforderungen an Industrie und Politik, S. 21.
- <sup>128</sup> Vgl. Bundesregierung: Rohstoffstrategie der Bundesregierung. Sicherung einer nachhaltigen Rohstoffversorgung Deutschlands mit nicht-energetischen mineralischen Rohstoffen, BMWi, Berlin, Oktober 2010.
- <sup>129</sup> Vgl. BDI: Handels- und Wettbewerbsverzerrungen bei Rohstoffen – Für einen diskriminierungsfreien Zugang und verlässliche Handelsregeln, Berlin, Oktober 2015, S. 5 ff. und Sichere Rohstoffe, aber nicht um jeden Preis, Hans-Böckler-Stiftung 3/2013, S. 2.

- <sup>130</sup> Vgl. Lukas Rüttinger u. a.: Die deutschen Rohstoffpartnerschaften – Analyse der Umsetzung und Ausblick, Berlin, Dezember 2016 und Anja Dahlmann / Stormy-Annka Mildner: Rohstoffpartnerschaften: Kein Garant für Versorgungssicherheit und Entwicklung, SWP-Aktuell 16, Berlin, März 2012.
- <sup>131</sup> Vgl. BDI: Recycling in Rohstoffpartnerschaften. Chancen und Herausforderungen, Berlin, Juni 2014.
- <sup>132</sup> Vgl. BDI: Rohstoffversorgung 4.0, S. 9.
- <sup>133</sup> Der Autor selbst hatte in 2018 und 2019 zahlreiche Gelegenheiten, durch Besuche, Vorträge und Diskussionen in Australien eine solch engere Rohstoffkooperation zu thematisieren und kann auch das Interesse Australiens bestätigen. Zu Australiens Rohstoffreichtum siehe DERA-BGR: Mineralische Rohstoffe in Australien – Investitions- und Lieferpotentiale, Berlin, Juli 2015.
- <sup>134</sup> Vgl. Franz Viohl: Lithium: Boliviens weißer Schatz und Rohstoff der Zukunft, Deutsche Welle, 12.12.2018.
- <sup>135</sup> Hubertus Bardt / Hanno Kempermann / Karl Lichtblau: Rohstoffe für die Industrie, Analysen des Instituts der deutschen Wirtschaft, Köln 2013, S. 62.
- <sup>136</sup> VBW: Rohstoffsituation der bayerischen Wirtschaft, München, Februar 2015, 5. Aufl., S. 1.

## Aktuelle Analysen

Die „Aktuellen Analysen“ werden ab Nr. 9 parallel zur Druckfassung auch als PDF-Datei auf der Homepage der Hanns-Seidel-Stiftung angeboten: <https://www.hss.de/publikationen/>. Ausgaben, die noch nicht vergriffen sind, können dort kostenfrei bestellt werden.

- Nr. 35 Die wissenschaftliche Untersuchung Internationaler Politik – Struktureller Neorealismus, die „Münchner Schule“ und das Verfahren der „Internationalen Konstellationsanalyse“
- Nr. 36 Zum Zustand des deutschen Parteiensystems – eine Bilanz des Jahres 2004
- Nr. 37 Reformzwänge bei den geheimen Nachrichtendiensten? Überlegungen angesichts neuer Bedrohungen
- Nr. 38 „Eine andere Welt ist möglich“: Identitäten und Strategien der globalisierungskritischen Bewegung
- Nr. 39 Krise und Ende des Europäischen Stabilitäts- und Wachstumspaktes
- Nr. 40 Bedeutungswandel der Arbeit – Versuch einer historischen Rekonstruktion
- Nr. 41 Die Bundestagswahl 2005 – Neue Machtkonstellation trotz Stabilität der politischen Lager
- Nr. 42 Europa Ziele geben – Eine Standortbestimmung in der Verfassungskrise
- Nr. 43 Der Umbau des Sozialstaates – Das australische Modell als Vorbild für Europa?
- Nr. 44 Die Herausforderungen der deutschen EU-Ratspräsidentschaft 2007 – Perspektiven für den europäischen Verfassungsvertrag
- Nr. 45 Das politische Lateinamerika: Profil und Entwicklungstendenzen
- Nr. 46 Der europäische Verfassungsprozess – Grundlagen, Werte und Perspektiven nach dem Scheitern des Verfassungsvertrags und nach dem Vertrag von Lissabon
- Nr. 47 Geisteswissenschaften – Geist schafft Wissen
- Nr. 48 Die Linke in Bayern – Entstehung, Erscheinungsbild, Perspektiven
- Nr. 49 Deutschland im Spannungsfeld des internationalen Politikgeflechts
- Nr. 50 Politische Kommunikation in Bayern – Untersuchungsbericht
- Nr. 51 Private Sicherheits- und Militärfirmen als Instrumente staatlichen Handelns
- Nr. 52 Von der Freiheit des konservativen Denkens – Grundlagen eines modernen Konservatismus

- Nr. 53      Wie funktioniert Integration? Mechanismen und Prozesse
- Nr. 54      Verwirrspiel Rente – Wege und Irrwege zu einem gesicherten Lebensabend
- Nr. 55      Die Piratenpartei –  
Hype oder Herausforderung für die deutsche Parteienlandschaft?
- Nr. 56      Die politische Kultur Südafrikas – 16 Jahre nach Ende der Apartheid
- Nr. 57      CSU- und CDU-Wählerschaften im sozialstrukturellen Vergleich
- Nr. 58      Politik mit „Kind und Kegel“ –  
Zur Vereinbarkeit von Familie und Politik bei Bundestagsabgeordneten
- Nr. 59      Die Wahlergebnisse der CSU – Analysen und Interpretationen
- Nr. 60      Der Islamische Staat – Grundzüge einer Staatsidee
- Nr. 61      Arbeits- und Lebensgestaltung der Zukunft –  
Ergebnisse einer Umfrage in Bayern
- Nr. 62      Impulse aus dem anderen Iran –  
Die systemkritische iranische Reformtheologie und der  
christlich-islamische Dialog in Europa
- Nr. 63      Bayern, Tschechen und Sudetendeutsche:  
Vom Gegeneinander zum Miteinander
- Nr. 64      Großbritannien nach der Unterhauswahl 2015
- Nr. 65      Die ignorierte Revolution?  
Die Entwicklung von den syrischen Aufständen zum Glaubenskrieg
- Nr. 66      Die Diskussion um eine Leitkultur –  
Hintergrund, Positionen und aktueller Stand
- Nr. 67      Europäische Energiesicherheit im Wandel –  
Globale Energiemegatrends und ihre Auswirkungen
- Nr. 68      Chinas Seidenstraßeninitiative und die EU: Aussichten für die Zukunft –  
China's Silk Road Initiative and the European Union:  
Prospects for the Future
- Nr. 69      Christliche Kirchen und Parteien – Übereinstimmungen und Gegensätze
- Nr. 70      Krisenherd Iran – Innere Entwicklung und außenpolitischer Kurs
- Nr. 71      Mittelpunkt Bürger: Dialog, Digital und Analog
- Nr. 72      Change in der Medien- und Kommunikationsbranche –  
Ein Leitfaden für Veränderungsprozesse und die digitale Zukunft
- Nr. 73      Versorgungssicherheit bei Kritischen Rohstoffen – Neue Herausforderungen  
durch Digitalisierung und Erneuerbare Energien

## IMPRESSUM

ISBN	978-3-88795-568-7
Herausgeber	Copyright 2019, Hanns-Seidel-Stiftung e.V. Lazarettstraße 33, 80636 München, Tel. +49 (0)89 / 1258-0 E-Mail: <a href="mailto:info@hss.de">info@hss.de</a> , Online: <a href="http://www.hss.de">www.hss.de</a>
Vorsitzende	Prof. Ursula Männle, Staatsministerin a.D.
Generalsekretär	Oliver Jörg
Autor	Dr. Frank Umbach
Redaktion	Barbara Fürbeth M.A.(Redaktionsleiterin) Susanne Berke, Dipl.-Bibl. (Redakteurin) Marion Steib (Gestaltung, Satz, Layout)
V.i.S.d.P.	Thomas Reiner (Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit)
Umschlaggestaltung	Gundula Kalmer, München
Druck	Joh. Walch GmbH & Co. KG, Augsburg
Hinweise	Zur besseren Lesbarkeit der Texte wird auf die gleichzeitige Verwendung femininer und maskuliner Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten geschlechtsneutral bzw. für alle Geschlechter.

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung, Verbreitung sowie Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil dieses Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der Hanns-Seidel-Stiftung e.V. reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Das Copyright für diese Publikation liegt bei der Hanns-Seidel-Stiftung e.V.



**Hanns  
Seidel  
Stiftung**