



FRIEDRICH NAUMANN
STIFTUNG Für die Freiheit.

EUROPÄISCHE RESSOURCEN- SOVERÄNITÄT

Seltene Erden und das Potenzial
der Kreislaufwirtschaft: Eine Fallstudie

Susanne Langsdorf, Ken Morotomi, Dr. Aissa Rechlin



ANALYSE

Impressum

Herausgeberin

Friedrich-Naumann-Stiftung für die Freiheit
Truman-Haus
Karl-Marx-Straße 2
14482 Potsdam-Babelsberg

✉/freiheit.org

f/FriedrichNaumannStiftungFreiheit

📺/FNFreiheit

Verfasst von

Susanne Langsdorf; Ecologic Institute
Ken Morotomi; Ecologic Institute
Dr. Aissa Rechlin; Ecologic Institute

Haftungsausschluss:

Diese Studie wurde im Auftrag der
Friedrich-Naumann-Stiftung für die Freiheit durchgeführt.

Redaktion

FNF Europe
Dr. Nele Fabian
European Affairs Manager

Liberales Institut der
Friedrich-Naumann-Stiftung für die Freiheit
Maximilian Luz Reinhardt,
Referent für Wirtschaft und Nachhaltigkeit

Kontakt

Telefon +49 (0)30 2201 2634
Fax +49 (0)30 6908 8102
E-Mail service@freiheit.org

Stand

November 2022

Lizenz

Creative Commons (CC BY-NC-ND 4.0)

Hinweis zur Nutzung dieser Publikation

Diese Publikation ist ein Informationsangebot der Friedrich-Naumann-Stiftung für die Freiheit. Die Publikation ist kostenlos erhältlich und nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf nicht von Parteien oder von Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden (Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie Wahlen zum Europäischen Parlament).

Inhalt

EXECUTIVE SUMMARY	3
1. DER GLOBALE ÜBERBLICK: ROHSTOFFABHÄNGIGKEIT DER EU	6
1.1 Globale Märkte sichern ein stetiges Angebot	6
1.2 Die strategische Rohstoffpolitik Chinas	6
1.3 Angebotskonzentration: Ein Risiko für Rohstoffversorgung und -preise	7
2. ABNEHMENDE ABHÄNGIGKEITEN: STRATEGIEN FÜR DIE EU	8
3. EIN NÄHERER BLICK: WORUM HANDELT ES SICH BEI DER KREISLAUFWIRTSCHAFT?	10
3.1 Wirtschaftschancen der Kreislaufwirtschaft	11
3.2 Haupthindernisse für eine florierende Kreislaufwirtschaft in der EU	12
3.3 Das politische Umfeld der Kreislaufwirtschaft in der EU	13
4. ANGEWANDTE KREISLAUFWIRTSCHAFT: MÖGLICHKEITEN DIE ABHÄNGIGKEIT VON IMPORTEN VON SELTENEN ERDEN ZU VERRINGERN	14
4.1 Warum die Seltenen Erden so wichtig sind	14
4.2 Gründe für die Abhängigkeit – und Auswege	15
4.3 Praxisbeispiele: Reduce, Reuse, Recycle	15
4.3.1 Reduce: Car Sharing	15
4.3.2 Reuse: Philips Equipment Leasing and Refurbishment	16
4.3.3 Recycle: Stena & Neodym-Dauermagnete	17
SCHLUSSFOLGERUNGEN	20
ÜBER DIE AUTORINNEN UND AUTOREN	21

Executive Summary

Die globale Rohstoffnachfrage steigt kontinuierlich. Zunahmen bei den allgemeinen Verbrauchsmengen sowie technische Fortschritte in bestimmten Bereichen wie der IT, bei den grünen Technologien und bei der Stromerzeugung heizen den internationalen Wettbewerb um Seltene Rohstoffe weiter an. Obwohl es sehr viele Anwendungsbereiche gibt, ist das Angebot relativ knapp und in den Händen einiger weniger Akteure konzentriert. Insbesondere chinesische Unternehmen haben eine überwältigende Marktmacht erzielt, die es ihnen erlaubt, die Angebotsseite quasi als Monopolisten zu dominieren. Angesichts aktueller Erfahrungen in den Energiemärkten – durch Russlands Nichteinhaltung seiner vertraglichen Pflichten noch verschärft – prüfen die westlichen Demokratien und insbesondere die EU neue Lieferketten und Strategien, um ihre Rohstoffabhängigkeit von China zu reduzieren. Die von den Autoren dieser Studie hier dargestellten Ergebnisse bieten einen Überblick über die Hauptoptionen, mit denen die EU aktuell dem Druck aufgrund von wachsenden Abhängigkeiten entgegenwirken kann. Zu den Optionen zählen:

- **Diversifizierung** der Handelspartner und mehr **inländischer Abbau**;
- **Anlage von Reserven** und **Verbrauchsanpassung**;
- **Technologischer Fortschritt** mit den Zielen der **Substitution** sowie **Effizienzsteigerungen im Rohstoffeinsatz**;
- **Neustrukturierung der Wertschöpfungsketten**, von einer linearen zu einer **Kreislaufwirtschaft**.

Allgemein ist es beruhigend zu wissen, dass die EU im Grunde über erhebliches Potenzial verfügt, ihre Abhängigkeiten zu verringern und als zukünftiger Anbieter von alternativen Lieferketten Einfluss auszuüben. Beim Kreislaufansatz werden Gegenstände wiederverwendet – oder, wenn möglich, zumindest ihre Bestandteile und Rohstoffe recycelt – anstatt dass man sich auf immer neue Rohstoffzufuhren verlässt, um eben diese Güter zu produzieren, die am Ende ihres Lebenszyklus einfach entsorgt werden. Jedoch erfordert die Realisierung dieser Potenziale erhebliche Investitionen – ganz abgesehen von den politischen Herausforderungen. Weder die wirtschaftliche, noch die gesellschaftliche Komponente ist einfach zu lösen. Kurzum: Die Hürden die für einen solchen Systemwandel genommen werden müssen sind enorm - daher liegt der Fokus dieser Studie auf möglichen Flaschenhälsen auf dem Weg zur Kreislaufwirtschaft und zeigt dann einige Optionen zu deren Behebung auf. Soviel vorweg: Die Studie empfiehlt, dass man in die wirtschaftlichen Vorteile vertraut, die eine funktionierende Kreislaufwirtschaft der EU sichern würde. Allein in der EU könnte eine Kreislaufwirtschaft die Rohstoffproduktivität bis 2030 um 3% steigern und dabei Kosteneinsparungen i.H.v. €600 Mrd. sichern – sowie zusätzlichen wirtschaftlichen Nutzen i.H.v. €1,8 Billionen erzielen. Dies bedeutet, dass eine zunehmende Kreislaufwirtschaft in verschiedenen Produktbereichen nicht nur die Rohstoffabhängigkeit verringern, sondern auch zusätzliche wirtschaftliche Vorteile bieten könnte. Liberale Ansätze zur Verringerung der Abhängigkeit sollten diese Vorzüge beachten und auch die langfristige Stabilität der Zirkularität berücksichtigen. Diesen positiven, langfristigen Perspektiven die die Kreislaufwirtschaft bietet müssen die enormen kurz- und mittelfristig benötigten Investitionen in Forschung und Infrastruktur gegenüber gestellt werden. Aktuell sind Neumaterialien meist kostengünstiger als Rezyklate- dieser Effekt wird zudem durch steuerliche Vorteile verstärkt. Außerdem gibt es kulturelle und regulatorische Hürden, die die weitverbreitete Anwendung von Kreislaufmethoden behindern – zumindest kurzfristig.

Folglich werden starke wirtschaftliche Impulse benötigt, um die kurz- bis mittelfristigen Kosten angesichts der erst langfristig realisierten Vorteile zu kompensieren. Liberale können proaktiv handeln, indem sie nach praktischen Lösungen zur Überbrückung dieser Phase suchen und strategische Empfehlungen darüber abgeben, wie Anreize für die relevanten Branchen gesetzt werden sollten. Sowohl auf der Ebene der EU als auch auf Landesebene gibt es bereits zahlreiche Gesetzesinitiativen und politische Ziele, die im Wirtschaftssystem eine Steigerung der Zirkularität anstreben. Obwohl große Erfolge noch auf sich warten lassen, werden in dieser Studie einige positive Beispiele umsetzbarer Kreislaufansätze besprochen, die auf Einsparungen beim Einsatz von Seltenen Erden zielen. Hierzu zählen insbesondere:

- **Reduce:** Indem Ausrüstung und Geräte in der Gesellschaft geteilt werden, werden weniger Einheiten der Ausrüstung und Geräte benötigt. Damit sinkt auch die Menge an knappen Ressourcen, die benötigt werden, um die Anforderungen der Gesellschaft zu erfüllen. Der wachsende Carsharing-Sektor dient hier als Beispiel zur Veranschaulichung.
- **Reuse:** Indem Ausrüstung repariert oder modernisiert wird, kann ihre Lebensdauer verlängert werden. Das bedeutet, dass weniger zusätzliche Ressourcen benötigt werden, als wenn ein Produkt in seiner Gesamtheit ersetzt werden müsste. Stattdessen müssen nur die zur Modernisierung erforderlichen Rohstoffe eingesetzt werden. Manche Unternehmen bieten bereits Leasing- und Überholungsdienste und bringen die Kreislaufwirtschaft damit einen Schritt weiter voran.

Es gibt jedoch auch Ansätze, die die Wiedergewinnung von Rohstoffen ermöglichen, nachdem das Produkt das Ende seines Lebenszyklus erreicht hat.

- **Recycle:** Durch die Nutzung moderner und innovativer Technologien können Recycling-Bemühungen in Zukunft wirksamer und kostengünstiger werden. Zukünftige Industrien hätten damit Zugriff auf viel größere Mengen zurückgewonnener Ressourcen, anstatt sich komplett auf Neumaterialien verlassen zu müssen.

Angesichts der globalen Machtverschiebungen und zunehmender Abhängigkeiten muss sich die EU neu aufstellen. Dafür sollte sie möglichst viele unterschiedliche Maßnahmen in Betracht zieht, mit denen sie ihre wirtschaftliche und politische Souveränität stärken und die Abhängigkeit von einzelnen Drittstaaten verringern kann.

Dr. Nele Fabian

European Affairs Manager,
FNF Europe

Maximilian Luz Reinhardt

Referent für Wirtschaft und Nachhaltigkeit,
Liberales Institut der
Friedrich-Naumann-Stiftung für die Freiheit



1. Der globale Überblick: Rohstoffabhängigkeit der EU

1.1 Globale Märkte sichern ein stetiges Angebot

Die EU und ihre Mitgliedsstaaten – oder genauer gesagt, die Unternehmen in der EU – bedienen ihre Rohstoffbedarfe seit vielen Jahren auf den globalen Märkten. Andere Strategien die Nachfrage zu bedienen und die Rohstoff-Versorgungssicherheit zu steigern wurden nur mit mäßigem Ehrgeiz verfolgt. Sie waren politisch unbeliebt und/oder komplex und teuer. Die EU hat von dieser Strategie profitiert: Die europäische Wirtschaft brummte, während die negativen Nebeneffekte des hohen Rohstoffverbrauchs weitestgehend ausgelagert wurden. So wurden beispielsweise die Umweltschäden, die im Abbau und bei der Verarbeitung von Rohstoffen entstehen, zu Gunsten des europäischen Ökosystems, im Ausland in Kauf genommen. Der Preis hierfür waren die hohen Abhängigkeiten bei der Versorgung mit Rohstoffen. In den vergangenen Jahrzehnten hat die EU kontinuierliche Handelsdefizite bei Rohstoffen verzeichnet, sowohl nach Gewicht als auch nach Wert.¹ Das Handelsdefizit ist bei Metallen und Mineralien am ausgeprägtesten (€32 Mrd.).² Dies gilt insbesondere für einige Rohstoffe, die für die europäischen Lieferketten von besonderer Bedeutung sind.

Das Problem ist nicht ganz neu: Steigende und volatile Rohstoffpreise im Zuge des starken Wirtschaftswachstums zwischen 2002 und 2008 führten damals in der EU und einigen ihrer Mitgliedsstaaten zu politischen Vorstößen.³ Die EU-Rohstoffinitiative von 2008 setzte sich zum Beispiel zum Ziel, die richtigen Rahmenbedingungen für die verstärkte Versorgung aus europäischen Quellen, Verbrauchsverringerungen und eine Senkung der relativen Importabhängigkeit durch Effizienzsteigerungen und Recycling herzustellen. Vor allem aber sollte sie auch unfaire Handelspraktiken in Angriff nehmen und den Zugang zu Ressourcen unter denselben Bedingungen sichern, wie sie für industrielle Wettbewerber gelten.⁴ Obwohl die neue Rohstoffpolitik positive Ergebnisse zeigte, wie z.B. eine Produktivitätssteigerung in den Mineraldressoren der meisten Mitgliedsstaaten,⁵ ließe sich argumentieren, dass dies nicht ausreicht, um die Versorgungssicherheit mit Rohstoffen zu steigern. Zur Veranschaulichung

beachte man, dass die erste Liste der kritischen Rohstoffe⁶ von 2011 14 Rohstoffe umfasste, während die zweite Liste – 2020 veröffentlicht – 30 kritische Rohstoffe aufführte. Teilweise liegt der Zuwachs darin begründet, dass die Kriterien der Berichte nachgeschärft wurden und in der Folge mehr Rohstoffe als kritisch beurteilt wurden.⁷ Zugleich spiegelt die Entwicklung aber auch die tatsächlich wachsende Rohstoffnachfrage wieder. Moderne High-Tech-Produkte benötigen sowohl mehr als auch eine größere Bandbreite an Rohstoffen. Dies wurde nicht von ausreichenden Bemühungen begleitet, die Rohstoffsicherheit der EU zu steigern. Zusammengefasst bedeutet dies, dass die Vulnerabilität der EU bei der Versorgung mit Rohstoffen zugenommen hat. „Kritikalität“ wird hierbei definiert in Abhängigkeit von der wirtschaftlichen Bedeutung, dem Versorgungsrisiko und der stark eingeschränkten Variabilität bei den Quellen.⁸ Bei sieben bis elf der kritischen Rohstoffe ist China laut der Liste der kritischen Rohstoffe von 2020 einer der Hauptlieferanten der EU.⁹

Bei einzelnen EU-Mitgliedsstaaten besteht sogar eine noch höhere Kritikalität: Die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) zum Beispiel führt 27 Hochrisiko-Rohstoffe auf, von denen 25 aus China als Hauptproduzent importiert werden.¹⁰ Diese Abhängigkeit wird aufgrund der globalen grünen Energiewenden in Zukunft wohl weiter ansteigen.

1.2 Die strategische Rohstoffpolitik Chinas

Die Entwicklungen in Europa stehen im scharfen Gegensatz zu China, das über große Rohstoffvorkommen und eine leistungsfähige Bergbaubranche verfügt. Einer Studie zufolge war China zwischen 2002 und 2018 für 14,5% der gesamten weltweiten Gewinnung von acht unterschiedlichen Basismetallen verantwortlich. Im selben Zeitraum sank der Anteil der EU von 4,1% auf 2,6%.¹¹ Die Produktionszahlen Chinas sind sogar noch beeindruckender, wenn man sich die Veredelungskapazität anschaut: Bei den obengenannten veredelten Rohstoffen stieg der Anteil am Weltmarkt von 17,7% im Jahr 2002 auf 44,5% im Jahr 2018. Währenddessen fiel der Anteil der EU von 15,9% auf 9,1% zurück. China hält inzwischen rund die

1 Eurostat 2.022 Extra-EU trade in raw materials.

Link: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Extra-EU_trade_in_raw_materials&oldid=562723#Raw_materials_by_product_group (abgerufen am 09.08.2022).

2 ebd. Eurostat veröffentlicht „Gummi, Metall und Mineralien“ als Sammelkategorie, wobei die Importe sich auf fast 60 Mrd. Euro und die Exporte auf 27,7 Mrd. Euro beliefen.

3 Die Richtlinien wurden zuerst von Deutschland, Finnland, (Großbritannien), Portugal und Griechenland eingeführt.

4 Europäische Kommission 2008. Kommunikation „The raw materials initiative – meeting our critical needs for growth and jobs in Europe“, COM(2008) 699, S. 5f.

5 Janikowska, Olga / Kulczycka, Joanna 2021. Impact of minerals policy on sustainable development of mining sector – a comparative assessment of selected EU countries, in: Mineral Economics 34, 305 – 314, S. 305.

6 Europäische Kommission 2011. Kommunikation „Tackling the challenges in commodity markets and on raw materials“, COM(2011) 25, S. 21f.

7 83 individuelle Materialien im Assessment von 2020 verglichen mit 41 im ersten Assessment 2010/2011. Siehe Europäische Kommission 2014.

Kommunikation „On the review of the list of critical raw materials for the EU and the implementation of the Raw Materials Initiative“, COM(2014) 297, S. 2.

8 Europäische Kommission 2020. Critical Raw Materials Resilience: Charting a Path towards greater Security and Sustainability, COM(2020) 474, S. 2.

9 Bei sieben der kritischen Rohstoffe (CRM, Critical Raw Materials) wird China als ein Hauptlieferant der EU aufgeführt;

bei fünf der 30 CRM gibt es keine Daten zu den Hauptbeschaffungsquellen der EU, aber China ist vier der fünf einer der größten Produzenten weltweit.

10 DERA – Deutsche Rohstoffagentur in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2021. DERA Rohstoffliste 2021. DERA Rohstoffinformationen 49: 108, S. 5.

11 Perger, Johannes 2020: Wirtschaftsmächte auf den metallischen Rohstoffmärkten. Ein Vergleich von China, der EU und den USA. DERA Rohstoffinformationen 46: 33 S. 9. Die in der Studie berücksichtigten Rohstoffe waren die Basismetalle Aluminium, Blei, Kupfer, Nickel, Zink, Zinn, Eisen und Stahl.

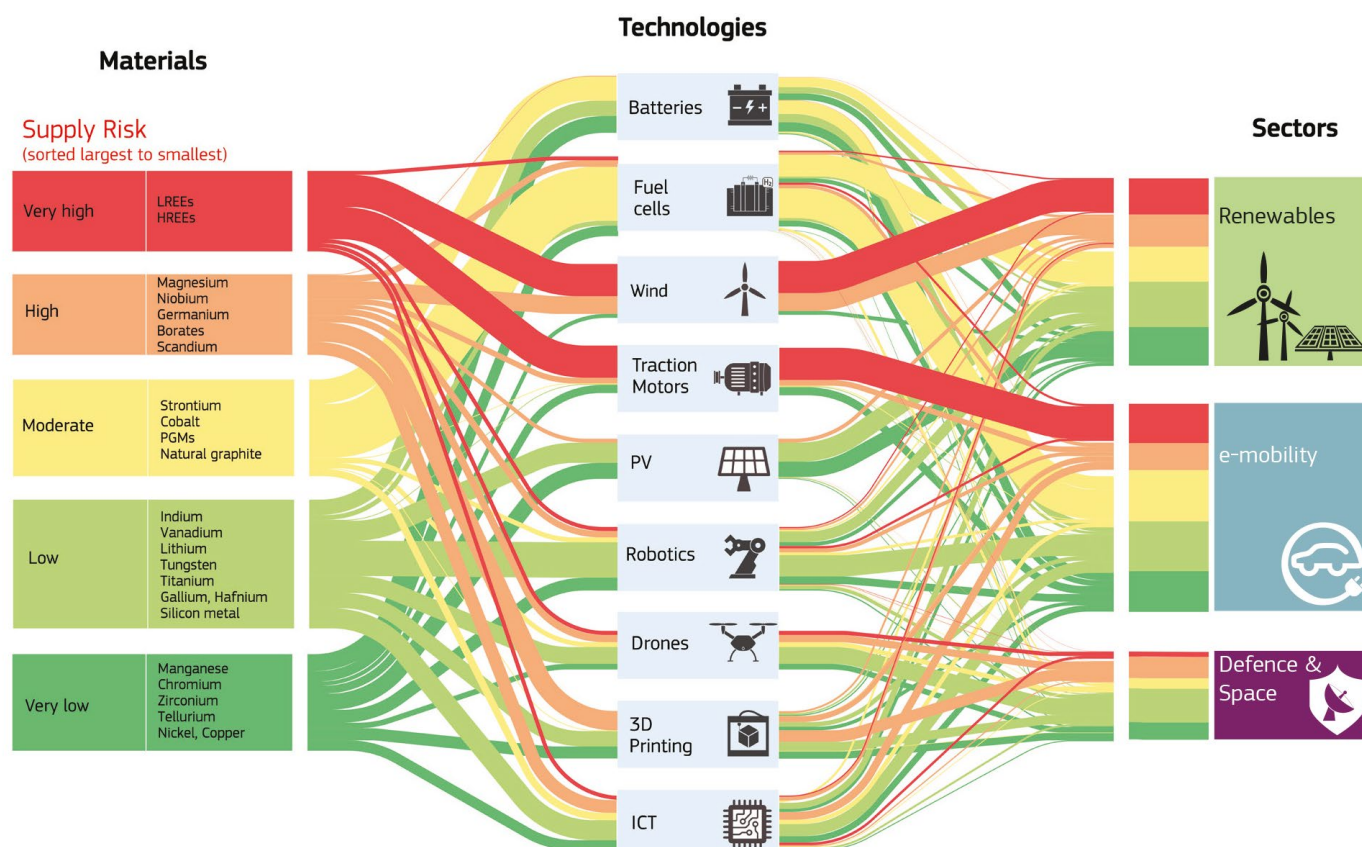
Hälfte der weltweiten Raffineriekapazität vor¹² und ist für den Ausbau der erneuerbaren Energien und die Entwicklung von technologischen Schlüsselsektoren bestens aufgestellt.

Ferner haben Bergbauunternehmen mit chinesischen Eigentümern in den vergangenen zwanzig bis dreißig Jahren erhebliche Mittel in Projekte in Afrika und anderswo investiert, um Metalle und Mineralien für ihre Wirtschafts-, Klima- und Entwicklungsziele zu sichern. Obwohl die Kontrolle Chinas über den afrikanischen und globalen Abbau nicht so weitreichend ist, wie Medienberichte suggerieren,¹³ sind die Investitionen sehr stark zielgerichtet und konzentrieren sich auf diejenigen Rohstoffe, die für zukünftige Technologien benötigt werden. So besaßen Unternehmen mit chinesischer Beteiligung Stand Anfang 2022 finanzielle Anteile an 15 der 19 Kobaltminen in der Demokratischen Republik Kongo.¹⁴

1.3 Angebotskonzentration: Ein Risiko für Rohstoffversorgung und -preise

Die Covid-19-Pandemie hat bereits Lieferkettenengpässe in der globalen Rohstoffversorgung offengelegt, aber darüber hinaus gilt es zu berücksichtigen, dass Abhängigkeiten im Fall eines Konflikts zu jeder Zeit in eine politische Waffe umgeschmiedet werden können. Die Vulnerabilitäten Europas, die sich aus seiner Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen aus Russland ergeben haben, wurden im Zuge des russischen Einfalls in die Ukraine unübersehbar. Schon im Handelskonflikt zwischen den USA und China im Jahr 2019 zeichnete sich die Gefahr von Versorgungsstörungen bei kritischen Rohstoffen ab.¹⁵ 2020 führte China sein „Exportkontrollgesetz“ für sensible Materialien und Technologien ein. Obwohl dies allgemein als Reaktion auf die sich ausweitenden Exportbeschränkungen der USA interpretiert wurde, erkannten

Abbildung 1 | Materialflüsse durch Schlüsseltechnologien



Quelle: Europäische Kommission 2020. Critical materials for strategic technologies and sectors in the EU – a foresight study.

12 Präsentation auf der BGR Rohstoffkonferenz.

13 Ericsson, Magnus, Löf, Olof, Löf, Anton 2020. Chinese control over African and global mining – past, present and future. Mineral Economics, 33:153 – 181.

14 The New York Times 2022. Chinese Company Removed as Operator of Cobalt Mine in Congo. Link: <https://www.nytimes.com/2022/02/28/world/congo-cobalt-mining-china.html>; The Economist 2022. How Chinese firms have changed Africa. Link: <https://www.economist.com/special-report/2022/05/20/how-chinese-firms-have-changed-africa>.

15 Forbes 2019. China Threatens To Cut Rare Earths Supplies To The U.S. – Bad Idea.

Link: <https://www.forbes.com/sites/panosmourdoukoutas/2019/05/16/china-threatens-to-cut-rare-earths-supplies-to-the-us-bad-idea/?sh=3f75821d7486>.

manche Analysten darin bereits das Risiko eines Ausfuhrverbots für Seltene Erden.¹⁶ 2021 folgte auf dieses Gesetz ein Verordnungsentwurf über die Verwaltung der Seltenen Erden, in dessen Folge die Europäische Kommission mahnte, dass „jegliche ergriffenen Maßnahmen mit den Pflichten und Verpflichtungen Chinas im Rahmen der Welthandelsorganisation (WTO) konform sein sollten.“¹⁷ Vor zehn Jahren gelang es den USA, der EU und anderen Regierungen noch, chinesische Exportbeschränkungen bei den Seltenen Erden mittels einer Beschwerde bei der WTO erfolgreich anzufechten. Aber auch damals schon dauerte es drei Jahre, bevor die Quoten abgeschafft wurden.¹⁸ In der Zwischenzeit ist die Welthandelsorganisation geschwächt worden und ihre Streitbeilegung ist nicht in vollem Umfang funktionsfähig.¹⁹ Dies bedeutet, dass sich die Erfolgsaussichten für eine Streitschlichtung über den Weg der WTO deutlich verschlechtert haben. Zweifelslos würden die Abhängigkeiten im Fall eines größeren Konflikts, z.B. um Taiwan, für die EU und die gesamte westliche Welt ernsthafte Schwierigkeiten verursachen.

Aber selbst in einem Szenario, in dem alle geopolitischen Konflikte auf diplomatischem Wege gelöst würden, würde die

unausgewogene Konzentration bei den Versorgungsquellen sowie bei den Abhängigkeiten ein großes Risiko darstellen. Preisanstiege, Preisvolatilitäten oder tatsächliche Versorgungsengpässe stellen für die Volkswirtschaft der EU erhebliche Bedrohungen dar, insbesondere, wenn es um Zukunftstechnologien geht. Kritische Rohstoffe, darunter leichte und schwere Seltene Erden (*Light Rare Earth Elements*, LREEs und *Heavy Rare Earth Elements*, HREEs²⁰), werden in allen möglichen Produkten benötigt, von Smartphones über 3D-Druckern bis hin zu Robotern. Sie bilden auch die Grundlage verschiedener Schlüsselprodukte und -technologien, die für den Übergang der Europäischen Union zu einer grünen Wirtschaft notwendig sind, darunter elektrische Fahrzeuge und Technologien für erneuerbare Energien.²¹

Im Folgenden stellen wir Strategien zur Verringerung der Rohstoffabhängigkeit in der EU dar (*Kapitel 2*) und betrachten anschließend die Rolle der Kreislaufwirtschaft näher (*Kapitel 3*). Im letzten Kapitel präsentieren wir einige konkrete Beispiele, wie die EU bei den Seltenen Erden ihre Abhängigkeit von China verringern kann, indem sie sich auf Reduce-, Reuse- und Recycling-Lösungen konzentriert (*Kapitel 4*).

2. Abnehmende Abhängigkeiten: Strategien für die EU

Die Hauptstrategien zum Abbau der Rohstoffabhängigkeit lauten Diversifizierung, Abbau, Substitution, Effizienzsteigerungen, Aufbau von Reserven, Suffizienz und die Kreislaufwirtschaft.

In der EU liegt die Rohstoffversorgung hauptsächlich in den Händen der Wirtschaft, womit **Diversifizierung** vorwiegend in der Verantwortung der Unternehmen liegt. Rohstoffe werden auf dem Markt gehandelt. So lange der Markt funktioniert, ist dies für Unternehmen die bevorzugte Situation. Unternehmen kennen ihre Nachfrage nach Rohstoffen und die Versorgungsmärkte besser als Regierungen.²² Jedoch tun sich viele Unternehmen mit der Diversifizierung der Versorgung schwer. Bei vielen Rohstoffen ist der Markt höchst konzentriert, aber selbst wenn es unterschiedliche Anbieter gibt, ist die Diversifizierung der Lieferanten zeitaufwändig und kostspielig²³

und senkt damit die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen. Lieferkettenstörungen in den vergangenen Jahren haben eine Diskussion darüber entfacht, welche Rolle die EU spielen könnte. Die EU ergänzte ihre jüngste Liste der kritischen Rohstoffe um einen Aktionsplan mit zwei zusätzlichen Maßnahmen: die Gründung einer European Raw Materials Alliance (ERMA)²⁴ mit dem Ziel der Angebotsdiversifizierung sowie die Entwicklung strategischer internationaler Partnerschaften.²⁵ Im Jahr 2021 wurden Partnerschaften mit Kanada und der Ukraine eingerichtet. Partnerschaften mit Afrika werden gefördert,²⁶ wobei Mittel aus dem Horizon Europe Funding-Programm zum Einsatz kommen.²⁷

Experten monieren schon seit Langem, dass Europa seine **Bergbaukapazitäten** ausbauen muss, um seine Rohstoffabhängigkeit zu verringern. Dies führt zur zweiten Säule der EU-

16 Nikkei Asia 2020. China passes export control law with potential for rare-earths ban.

Link: <https://asia.nikkei.com/Politics/International-relations/US-China-tensions/China-passes-export-control-law-with-potential-for-rare-earths-ban>.

17 Europäisches Parlament 2021. Parlamentarische Anfrage E-002460/2021(ASW). Link: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-9-2021-002460-ASW_EN.html#def1.

18 The New York Times 2015. China Drops Its Export Limits on Rare Earths.

Link: <https://www.nytimes.com/2015/01/06/business/international/china-drops-its-export-limits-on-rare-earths.html>.

19 BDI 2022. The Crisis of the WTO. Link: <https://english.bdi.eu/article/news/the-crisis-of-the-wto/>.

20 Light Rare Earth Elements (LREE); Heavy Rare Earth Elements (HREE).

21 Europäische Kommission 2022. Second in-depth review of strategic areas for Europe's interests.

Link: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-industrial-strategy/second-depth-review-strategic-areas-europes-interests_en (abgerufen am 01.08.2022)

22 Matthias Wachter, BDI zitiert nach Düngefeld, Leonie 2022. Kritische Rohstoffe: Sollte Europa Reserven anlegen? Link: https://table.media/europe/analyse/kritische-rohstoffe-sollte-europa-reserven-anlegen/?utm_source=capital&utm_medium=rekoop&utm_campaign=et_capital_koop_4ub&utm_content=kritische_rohstoffe_sollte_europa_reserven_anlegen_

23 Financial Times 2020. Why supply chain diversification isn't all that easy. Link: <https://www.ft.com/content/0e34387f-2a52-47f7-837d-a429ff555ea6>.

24 European Raw Materials Alliance 2022. Link: <https://erma.eu/workstreams/>.

25 Europäische Kommission 2020. Action Plan on Critical Raw Materials. Link: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42852>.

26 Europäische Kommission – Joint Research Center (ohne Datumsangabe). Africa Knowledge Platform. Raw Materials.

Link: <https://africa-knowledge-platform.ec.europa.eu/topic/Raw-Materials>.

27 Europäische Kommission 2021. Building EU-Africa partnerships on sustainable raw materials value chains (CSA).

Link: <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/horizon-cl4-2021-resilience-01-05>.

Rohstoffinitiative, „nachhaltige Versorgung mit Rohstoffen innerhalb der EU.“²⁸ Obwohl Europa reich an Rohstoffen ist, sind nicht alle kritischen Rohstoffe auf dem Kontinent vorhanden, und die bekannten Vorkommen reichen nicht aus, um den Bedarf komplett zu erfüllen. Dennoch gibt es Mineralagerstätten von 11 der 30 kritischen Rohstoffe auf der EU-Liste von 2020, darunter Lithium, natürliches Graphit und Seltene Erden,²⁹ wobei weitere Materialien als Nebenprodukte gewonnen werden können. In der Vergangenheit hat Europa jedoch selten seine Bodenschätze abgebaut – teilweise, weil europäische Lagerstätten kleiner und schwerer zu heben sind und zudem die Umweltauflagen besonders streng sind, was die Kosten in die Höhe treibt. Außerdem gibt es häufig Widerstand und Bürgerinitiativen gegen den Abbau – selbst die Erkundung möglicher Lagerstätten ist oft umstritten.³⁰

Der Aufbau von Reserven stellt einen weiteren Ansatz dar. Obwohl dies nicht die Problemursache bekämpft, beugt man so vorübergehenden Versorgungsengpässen vor und bietet im Fall von Lieferausfällen einen Puffer. Vorräte vorzuhalten steigert die Kosten und ist für manche Rohstoffe unattraktiv (z.B. oxidieren oder korrodieren Basismetalle schnell). Daher haben Unternehmen sich in der Vergangenheit auf Just-in-Time-Produktionsansätze konzentriert.³¹ Manche Länder – unter ihnen z.B. China und die USA, aber auch Frankreich und Großbritannien – halten Reserven strategischer Metalle vor. Die Europäische Kommission untersucht zurzeit Optionen für die strategische Lagerhaltung mancher Rohstoffe.³²

Die Rohstoff**substitution** wird vor allem als der Ersatz eines Rohstoffs durch einen anderen verstanden. Substitutionen kommen relativ häufig vor, da z.B. alternative Rohstoffe billiger werden oder spezifische Funktionen leisten können. Neben der Materialsubstitution gibt es auch die technologische und funktionale Substitution. Wenn es um kritische Rohstoffe geht, wird die Substitution als wichtige Strategie zur Verringerung der Abhängigkeiten betrachtet und ist daher in den vergangenen Jahren von der EU mit Forschungsgeldern gefördert worden.³³ Hohe Rohstoffpreise und weitere Faktoren wie z.B. der problematische Ruf des Abbaus bestimmter Materialien haben Unternehmen auch dazu gebracht, erhebliche Mittel in die Suche nach Alternativen zu investieren, z.B. im Fall von Kobalt. Panasonic, der Hauptlieferant von Akkus für Tesla, berichtet von großen Fortschritten auf dem Weg zur „kobalt-freien Batterie“.³⁴

Jedoch hat es sich herausgestellt, dass manche Materialien, wie z.B. Lithium, schwierig zu substituieren sind und dass eine Substitution häufig andere Materialien beeinflusst. Die Substitution von Seltenen Erden in Windkraftanlagen führt z.B. zu einer höheren Nachfrage nach Kupfer. Die Substitution von abiotischen Materialien durch biotische Materialien steigert häufig den Druck auf die Landnutzung und Artenvielfalt.

Suffizienz kann interpretiert werden als „eine Strategie der Einführung von harten Schranken bei nicht nachhaltigen Trends“³⁵ und wird vor allem von zivilgesellschaftlichen Akteuren diskutiert und beworben, z.B. in der Degrowth-Bewegung. Der Suffizienzdiskurs ist eng verbunden mit Fragen des Überkonsums und der Umwelt- sowie Verteilungsgerechtigkeit zwischen Ländern, sozialen Gruppen und Generationen in einer Gesellschaft.³⁶

Höhere **Ressourceneffizienz** ist seit Langem die Hauptrohstoffstrategie in Europa. Sie spiegelt sich wieder in politischen Vorstößen wie der „Leitinitiative Ressourcenschonendes Europa“ und dem „Fahrplan für ein ressourceneffizientes Europa“ (2011) sowie dem Deutschen Ressourceneffizienzprogramm „ProgResS“. Höhere Ressourceneffizienz bedeutet eine Steigerung des Nutzens im Verhältnis zu einer Anstrengung. Seit 2011 gilt die Ressourcenproduktivität, gemessen als BIP/inländischer Materialverbrauch (DMC, *Domestic Material Consumption*),³⁷ als Hauptindikator der Ressourceneffizienz in der EU. Höhere Ressourceneffizienz bedeutet nicht unbedingt eine geringere Rohstoffabhängigkeit, weil die Ressourcennutzung noch ansteigen kann, allerdings langsamer als die Wirtschaftsaktivität („relative Ressourcenentkopplung“). Wenn die Ressourcennutzung abnimmt, spricht man von einer absoluten Ressourcenentkopplung. Andere Debatten, geleitet vom Internationalen Ressourcenpanel, gehen sogar noch weiter und plädieren für einen Fokuswechsel, bei dem Wirtschaftsaktivität und Wohlbefinden von der Ressourcennutzung und Umweltbelastung entkoppelt werden.³⁸

Im nächsten Kapitel wollen wir uns die Kreislaufwirtschaft als weiteres wichtiges, jedoch nicht ausreichend benutztes Werkzeug zur Verringerung der Ressourcenabhängigkeit näher ansehen.

28 Europäische Kommission 2021. Sustainable supply of raw materials from EU sources.

Link: https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/policy-and-strategy-raw-materials/sustainable-supply-raw-materials-eu-sources_en.

29 Lewicka, Ewa, Guzik, Katarzyna, and Galos, Krzysztof, „On the Possibilities of Critical Raw Materials Production from the EU's Primary Sources“, *Resources*, vol. 10, no. 5 (2021): 50, S. 1. In der Quelle werden 29 CRMs aufgeführt.

30 Ebd. S. 12ff.

31 Düngefeld, Leonie 2022. Kritische Rohstoffe: Sollte Europa Reserven anlegen? Link: https://table.media/europe/analyse/kritische-rohstoffe-sollte-europa-reserven-anlegen/?utm_source=capital&utm_medium=rekoop&utm_campaign=et_capital_koop_4ub&utm_content=kritische_rohstoffe__sollte_europa_reserven_anlegen_.

32 Ibid.

33 Europäische Kommission 2022. DG GROW homepage - Critical raw materials.

Link: https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials_en

34 Panasonic Group 2022. Evolving Energy Solutions to Contribute to a More Sustainable Society. Link: <https://news.panasonic.com/global/stories/1011>.

35 Mathai, Manu 2018. Approaching Sufficiency in the Global South, in: Sufficiency. Moving beyond the gospel of eco-efficiency, p. 33.

36 ebd.

37 DMC dient als Indikator für die Rohstoffnutzung, gemessen am Gewicht. In der Zahl werden Rohstoffe aus inländischer Gewinnung und physische Importe abzüglich physischer Exporte gezählt.

38 International Resource Panel 2019. Global Resources Outlook 2019. Summary for Policymakers, S. 9.

Erste Besprechungen des Global Resources Outlook 2024 deuten an, dass das Wohlbefinden als Schwerpunkt weiter in den Vordergrund rücken wird.

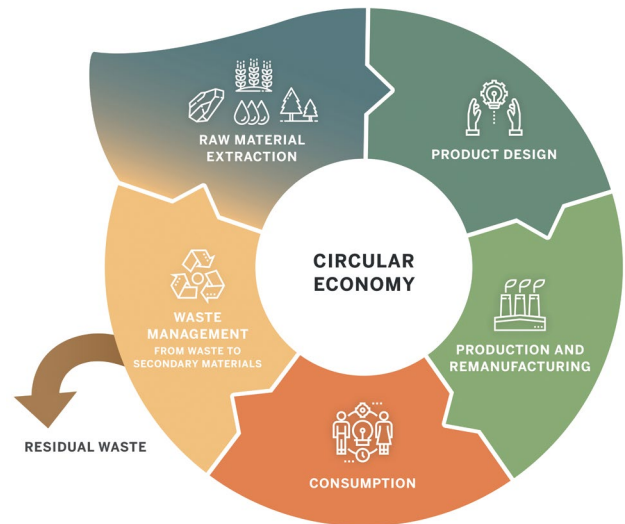
3. Ein näherer Blick: Worum handelt es sich bei der Kreislaufwirtschaft?

Die Kreislaufwirtschaft verfolgt das Ziel, die primären Rohstoffinputs in die Volkswirtschaft zu verringern, Rohstoffe im Kreislauf zu behalten („den Kreislauf verlangsamen“) und Materialien am Ende des Produktlebenszyklus zu recyceln. Die Verringerung der primären Rohstoffinputs in die Wirtschaft kann durch genügsamere Lebensweisen erreicht werden sowie durch neue Produktdesigns und kreislauforientierte Geschäftsmodelle, wie z.B. Sharing-Konzepte. In der Kreislaufwirtschaft werden Materialien so lange wie möglich im Kreislauf behalten, indem die Qualität, Langlebigkeit und Reparierbarkeit erhöht werden. Am Ende des Produktlebenszyklus konzentriert man sich auf die Wiedergewinnung der Rohstoffe. Diese „sekundären Rohstoffe“ können helfen, die Nachfrage nach knappen primären Rohstoffen zu verringern und die EU damit langfristig weniger abhängig von Importen machen.

2013 definierte die Ellen-MacArthur-Foundation die Kreislaufwirtschaft als „[...] ein Industriesystem, das gezielt restaurativ oder regenerativ ist. Es ersetzt das Konzept ‚Ende des Produktlebenszyklus‘ mit Wiederherstellung, verlagert Energiesysteme hin zu erneuerbaren Energien, eliminiert den Einsatz giftiger Chemikalien, die die Wiederbenutzung behindern, und zielt auf die Beseitigung von Abfall durch überlegene Design-Ansätze bei Materialien, Produkten, Systemen und – in diesem Rahmen – Geschäftsmodellen.“³⁹ Die Definition unterstreicht eine Veränderung in der Wahrnehmung des Begriffs „Kreislaufwirtschaft“, weg von einem Ansatz, der sich auf das „Ende des Produktlebenszyklus“ konzentriert und hin zu einem systematischeren Ansatz, der auch frühere Produktionsstufen miteinbezieht.

Der Wechsel zu einer tatsächlichen Kreislaufwirtschaft ist komplexer, als es auf ersten Blick den Anschein hat, da der Schwerpunkt in vielen Debatten weiterhin auf der Phase „Ende des Lebenszyklus“ und dem Recycling von Rohstoffen liegt. Gesetze über die Abfallaufbereitung sind in der EU seit Langem etabliert, und die Hierarchie der Abfallrahmenrichtlinie – Prävention, Vorbereitung für die Wiederbenutzung, Recycling, Wiedergewinnung und Entsorgung – gleicht auf den ersten Blick sogar der Schlaufe der Kreislaufwirtschaft. Auf Deutsch bezeichnet der Begriff „Kreislaufwirtschaft“ selbst, worum es geht, wird aber dennoch häufig nur als Recycling interpretiert.^{40 41} Recycling und die verstärkte Nutzung von

Abbildung 2 | Hauptphasen der Kreislaufwirtschaft



Quelle: Beata Vargova, Ecologic Institute

Recycling-Material sind wichtig, und der Politikrahmen muss für die Recycling-Branche günstiger gestaltet werden. Damit die Kreislaufwirtschaft aber einen signifikanten Effekt auf die Rohstoffabhängigkeit der EU entfalten kann, muss die Aufmerksamkeit auf die *Reduce*- und *Reuse*-Phasen gerichtet werden.⁴² Dies erfordert auch Veränderungen im Wirtschaftssystem und beim Konsumverhalten: Trotz der (geringen) Zunahme der Aufmerksamkeit für die Kreislaufwirtschaft in der EU seit 2015⁴³ ist das Wirtschaftssystem weiterhin linear aufgestellt. Viele Geschäftsmodelle verlassen sich auf billige Rohstoffe, um Produkte einer niedrigeren Qualität herzustellen, die schneller ersetzt werden sollen. Reparaturen sind – zumindest in Ländern mit hohem Einkommen – häufig teurer als ein Neukauf, und Eigentum ist viel weiter verbreitet als Sharing-Modelle, selbst bei selten benutzten Produkten.

Mit dem europäischen Green Deal hat die Europäische Union sich selbst einen Fahrplan für den Übergang zu einer nachhaltigen Wirtschaft gegeben. Die Hauptziele lauten Klimaneutralität bis 2050 und die Entkopplung des Wirtschaftswachstums vom Ressourceneinsatz, was sich nur über eine funktionierende Kreislaufwirtschaft erreichen lässt.⁴⁴

39 Ellen MacArthur Foundation 2013. Towards the Circular Economy – Economic and business rationale for an accelerated transition, S. 7.

Link: <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an> (abgerufen am 08.07.2022).

40 Zwar konnten die Autoren dieses Papers keine Studie finden, die das Verständnis der Kreislaufwirtschaft untersuchte, aber die verkürzte Sichtweise der Kreislaufwirtschaft als Recycling (-industrie) tritt im Diskurs häufig auf. Um nur zwei Beispiele zu nennen: Der „Statusbericht der Kreislaufwirtschaft 2020“ erkennt an, dass es neue Bedeutungen gibt, untersucht den Sektor aber fast ausschließlich aus der Perspektive des Recyclings. Der deutschsprachige Wikipedia-Eintrag zum Thema Kreislaufwirtschaft ist von einem Bild begleitet, das die Linearwirtschaft und anschließend die Kreislaufwirtschaft zeigt – indem schlicht die Linearwirtschaft als Kreis dargestellt und um Recycling ergänzt wird.

41 acatech, Circular Economy Initiative Deutschland und SYSTEMIQ 2021. Circular Economy Roadmap for Germany, S. 24.

Link: https://www.circular-economy-initiative.de/s/Circular-Economy-Roadmap-for-Germany_EN_Update-Dec-2021_DOI.pdf (abgerufen am 11.07.2022).

42 Präsentation von Janez Potocnik beim G7-Workshop „Resource Efficiency and Circular Economy“, 22.03.2022; das Argument baute hauptsächlich auf Daten aus dem Global Resource Outlook 2019 sowie der Vorbereitungsarbeit für den nächsten Global Resource Outlook auf.

43 Google Trends 2022. „circular economy“. Link: <https://trends.google.com/trends/explore?date=all&q=%2Fm%2F0gtxxx2>.

44 Unterstützende Studien: Circle Economy 2019. The Circularity Gap Report 2019; Diaz-Bone, Harald et al. 2021. Circular Economy as a Cornerstone for Meeting the Goals of the Paris Agreement, Ellen MacArthur Foundation 2019. Completing the picture: How the circular economy tackles climate change.

Link: <https://emf.thirdlight.com/link/dcjjanpohgkd-oblthh/@/preview/5>.

Dies erfordert grundlegende Veränderungen darin, wie wir Produkte entwerfen, produzieren, benutzen und entsorgen. Es erfordert innovative Kreislauf-Geschäftsmodelle, angemessene Finanzierungsmodelle und Forschung. Außerdem erfordert es einen unterstützenden Politikrahmen.

Die gute Nachricht ist, dass vieles von dem, was für eine Kreislaufwirtschaft benötigt wird, bereits vorhanden ist. Außerdem bringt die Kreislaufwirtschaft trotz der vielen Herausforderungen auch viele wirtschaftliche Chancen mit sich.

3.1 Wirtschaftschancen der Kreislaufwirtschaft

Es wird geschätzt, dass die Kreislaufwirtschaft die Ressourcenproduktivität Europas bis 2030 um 3% steigern könnte, während sie zugleich €600 Mrd. an Kosten einsparen und €1,8 Billionen an anderen Wirtschaftsvorteilen mit sich bringen würde, z.B. durch die Verringerung negativer Externalitäten.⁴⁵ Außerdem wird geschätzt, dass Geschäftsmodelle, die einen Zero-Waste-Ansatz verfolgen, zwischen 30- und 200-mal mehr Arbeitsplätze schaffen als lineare Modelle, deren Endprodukte letztlich in Deponien oder Verbrennungsanlagen landen.⁴⁶ Immer mehr Unternehmen integrieren die Zirkularität in ihre Geschäftsmodelle, da die Vorteile zunehmend offensichtlicher werden.⁴⁷

Die Kreislaufwirtschaft steigert also nicht nur die Nachhaltigkeit einer Volkswirtschaft, sondern bietet darüber hinaus auch wirtschaftliche Vorteile während der verschiedenen Phasen im Produktlebenszyklus.

In der *Design-Phase* wird entschieden, welche Geschäftsmodelle und Materialien eingesetzt werden und wie gut ein Produkt sich reparieren und recyceln lässt. Dies bestimmt maßgeblich, wie lange das Produkt halten wird, wie es benutzt wird und wie viel Energie es im Einsatz verbraucht.⁴⁸ Außerdem geht es in dieser Phase auch um die Ästhetik – die oft bestimmt, ob ein Produkt überhaupt erst gekauft wird. Manche Experten schätzen, dass die Design-Phase „über 70% der Lebenszykluskosten und der Umweltbelastung eines Produkts bestimmt“.⁴⁹ Es gibt zahlreiche Beispiele für zirkuläre Design-Ansätze. Sie reichen z.B. von der Herstellung kompostierbarer Verpackungsprodukte aus Pilzwurzeln⁵⁰ bis hin zu Bier, das aus altem Brot gebraut wird.⁵¹ Kreislaufprinzipien lassen sich auch in der *Fertigungsphase* anwenden, um Unternehmen mit Kosteneinsparungen und Effizienzsteigerungen im Ressourceneinsatz zu helfen. So wechselte General Electric in der Fertigung z.B. zu 3D-Druckverfahren. Dadurch konnte

es Material und Kosten sparen und dennoch die Anforderungen von Unternehmen in Branchen wie Luftfahrt, Automobil und Medizin erfüllen. Durch die Verlagerung des Geschäftsmodells zu einem stärker kreislauforientierten Ansatz wurde GE zu einem der weltführenden 3D-Dienstleistungsunternehmen und erwartet in den kommenden Jahren kontinuierliches Wachstum.⁵²

Die Design-Phase ist auch kritisch, wenn sie in Verbindung mit der *Nutzungs- bzw. Verbrauchsphase* betrachtet wird, insbesondere dann, wenn sie mit einem kreislauforientierten Geschäftsmodell kombiniert wird. Es gibt bereits heute zahlreiche Beispiele dafür: Insbesondere neue Sharing-Dienstleistungen erfreuen sich wachsender Beliebtheit. Man denke hierbei z.B. an Möbelmiete, bei der Kunden ihre Möbel mieten und sie zurückgeben, wenn sie sie nicht länger brauchen. Damit hat das Fertigungsunternehmen einen Anreiz, langlebige, reparaturfähige Produkte anzubieten, während Kunden einen Grund haben, für teures Geld gekaufte Möbel nicht zu verschwenden.⁵³ Ähnliche Geschäftsmodelle gibt es bereits bei vielen anderen Produkten – oder genauer gesagt, Dienstleistungen – von Unterhaltungselektronik, Beleuchtung und Haushaltsgeräten bis hin zu Fußbodenbelägen,⁵⁴ wobei Car-Sharing-Dienste wohl das prominenteste Beispiel darstellen.

Dabei gilt zu beachten, dass das aktuelle Marktsystem – mit Ausnahme von Sharing-Modellen – nicht genügend Anreize für kreislauforientierte Geschäftsmodelle bietet, abgesehen von positiven Marketingeffekten. Dies ist für Nicht-Markten Unternehmen allerdings weniger wichtig. Aus Unternehmenssicht sind Rohstoffe und Produktionskosten wichtig, aber allgemein nimmt ihr Interesse stark ab, wenn das Produkt erst einmal verkauft ist. Dies kann zu unvorteilhaften Ergebnissen führen: So erfand Adidas z.B. einen innovativen Laufschuh (Futurecraft.loop), der aus einem einzigen Material hergestellt wird (thermoplastisches Polyurethan, TPU) und bei dem kein Kleber benutzt wird, wodurch der Schuh erheblich leichter zu recyceln ist.⁵⁵ Jedoch verlässt sich Adidas bei der Herstellung der Schuhe weiterhin komplett auf fabrikneuen Kunststoff, da es zurzeit keine sauberen TPU-Rezyklate gibt.

Zu guter Letzt bietet eine Kreislaufwirtschaft auch bessere Geschäftschancen im Bereich Reparatur und Überholung sowie in der **Endphase des Produktlebenszyklus**, vor allem im Recyclingsektor.

Zusätzlich zu den verbesserten Geschäftschancen steigert eine geringere Rohstoffabhängigkeit auch die Resilienz einer Volkswirtschaft allgemein, da sie das Risiko von Lieferunterbrechungen reduziert.

45 McKinsey & Company 2017. Mapping the Benefits of a Circular Economy, S. 1.

Link: <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/mapping-the-benefits-of-a-circular-economy> (retrieved on 11.07.2022)

46 GAIA. Zero Waste and Economic Recovery: The Job Creation Potential of Zero Waste Solutions, S. 4.

Link: <https://zerowasteworld.org/wp-content/uploads/2022/07/Zero-Waste-World-Jobs-Report-ENGLISH-2.pdf> (abgerufen am 11.07.2022)

47 PwC. The Road to Circularity, p. 27.

48 Widmer, Simon (ohne Datumsangabe). Design and the circular economy. Link: <https://ellenmacarthurfoundation.org/articles/design-and-the-circular-economy>.

49 Radjou, Navi / Prabhu, Jaideep 2015. Frugal Innovation. How do to more with less, S. 12.

50 Ecovative Design, siehe: <https://www.ecovative.com/>.

51 Knärzje, siehe: <https://www.knaerzje.de/>.

52 ebd., S. 36.

53 Ahrend, siehe: <https://www.ahrend.com/en/>.

54 Elektronik (z.B. Grover), Beleuchtung (z.B. Signify), Hausgeräte (z.B. Bundles), Bodenbeläge (z.B. Desso). Beispiele von der Ellen MacArthur Foundation (<https://ellenmacarthurfoundation.org/explore?contentType=CircularEconomyExample>)

and Langsdorf, Susanne et al. 2022. Kreislaufführung und Sekundärrohstoffe Praxisbeispiele und Potenziale. Hrsg.: Hessen Trade and Invest, Wiesbaden.

55 PwC 2019. The Road to Circularity, S. 35. Link: <https://www.pwc.de/de/nachhaltigkeit/pwc-circular-economy-study-2019.pdf> (retrieved on 11.07.2022).

3.2 Haupthindernisse für eine florierende Kreislaufwirtschaft in der EU

Wie eingangs erwähnt bietet die Kreislaufwirtschaft signifikante Vorteile und mehr Resilienz gegenüber externen Schocks. Trotz dieser Vorteile gibt es eine ganze Reihe von Hindernissen, die der Umsetzung und dem Erfolg im Wege stehen. Solche Barrieren sind Gegenstand umfangreicher Forschungsarbeiten, die sie häufig in unterschiedliche Kategorien unterteilen, darunter kulturelle, marktbezogene, technologische und regulatorische Hürden.⁵⁶ Ferner werden ein Mangel an Infrastruktur und ungeeignete Geschäftsmodelle erwähnt.⁵⁷ In diesem Abschnitt präsentieren wir eine Auswahl an Hindernissen, um die Komplexität eines Wechsels hin zur Kreislaufwirtschaft zu veranschaulichen.

Als **Kulturelle Hindernisse** werden Barrieren beim Wechsel zu einer Kreislaufwirtschaft wie z.B. Verbraucherinteresse und -bewusstsein sowie Unternehmenskultur bezeichnet. Solche Hindernisse stellen z.B. ein Problem dar, wenn Kreislaufösungen die Produkte der Linearwirtschaft nicht mit Alternativen mit denselben Eigenschaften ersetzen können (z.B. die Bequemlichkeit von Wegwerfprodukten) oder wenn die Kreislaufösung neue Fertigkeiten oder Angewohnheiten voraussetzt (z.B. die Benutzung von Smartphones oder anderen vernetzten Geräten, um auf Sharing-Produkte zuzugreifen). In ihrer Analyse der Barrieren für die Kreislaufwirtschaft stufen Kirchherr et al. kulturelle Hürden als die wichtigsten Hindernisse ein, vergleichbar nur mit den wichtigsten Marktbarrieren.

Marktbarrieren setzen sich aus zwei Hauptherausforderungen zusammen, nämlich 1) niedrige Preise bei neuen Rohstoffen und 2) hohe Investitionskosten im Voraus.⁵⁹ Niedrige Preise für neue Rohstoffe bedeuten für Recyclingmaterial einen Wettbewerbsnachteil, da Kreislaufprodukte dadurch teurer werden als Produkte, die aus neuen Rohstoffen hergestellt werden.⁶⁰ Während die Preise vieler neuer Rohstoffe in der Vergangenheit angestiegen sind, unterliegen sie erheblichen Schwankungen. Im Vergleich dazu sind die Preise für sekundäre Rohstoffe relativ stabil. Dadurch ist es schwierig, für die letztgenannte Materialgruppe eine stetige Verbrauchernachfrage zu garantieren, sobald die Preise der neuen Rohstoffe sinken. Dieses finanzielle Risiko könnte für potenzielle Investoren in die Recyclingbranche, die sich ohnehin durch hohe Anfangskosten auszeichnet, ein Ausschlusskriterium darstellen.⁶¹

Ferner beeinflussen **regulatorische Hürden** den Wechsel zur Kreislaufwirtschaft. Barrieren treten in allen Phasen des

Kreislaufwirtschaftszyklus auf. Im Allgemeinen weicht die Regulierung der Linearwirtschaft erheblich von dem ab, was eine Kreislaufwirtschaft benötigt. Manche Vorschriften werden in der EU bereits einer Prüfung unterzogen, wie z.B. die Regeln, die die Reparierbarkeit von Produkten einschränken. Es bleibt aber dennoch viel zu tun, und die Einrichtung eines angemessenen Politikrahmens ist höchst komplex. Die Regulierung von Sharing-Dienstleistungen z.B. hat sich bereits als außerordentlich schwierig herausgestellt. Während Sharing-Modelle helfen können, den Rohstoffverbrauch pro Kopf zu reduzieren, wurden manche Sharing-Geschäftsmodelle in einem unausgereiften regulatorischen Umfeld betrieben. Dies führte zu Diskussionen über Themen wie z.B. Steuergerechtigkeit und Arbeitnehmerrechte. Abfallvorschriften und die Kriterien, die bestimmen, ab wann Abfall nicht mehr als solcher zu bezeichnen ist, sind ebenfalls problematisch: In vielen Ländern der EU, darunter Deutschland, werden Sonderlizenzen benötigt, um Abfall zu behandeln. Manche Unternehmen fragen bestimmte Altmaterialien nach und verfügen über die Fähigkeit, solche Materialien zu behandeln. Jedoch gibt dies dem Unternehmen nicht die Erlaubnis, das Material zu verarbeiten, solange es rechtlich als „Abfall“ klassifiziert ist. Eine weitere Herausforderung betrifft den Abfallhandel über Ländergrenzen hinweg, da bestimmte Materialien nicht über die Grenze transportiert werden dürfen, um in einem anderen Land recycelt zu werden.⁶² Abweichende Implementierungen je nach EU-Mitgliedsstaat bedeuten auch, dass bestimmte Materialien oder Abfälle von Land zu Land unterschiedlich klassifiziert werden. Dies bedeutet letztendlich ein erhebliches Hindernis für die Einführung einer erfolgreichen Kreislaufwirtschaft. Zugleich führt ein Mangel an spezifischen Exportbestimmungen zu einem konstanten Abfluss von kritischen Rohstoffen aus der EU. Ein typisches Beispiel wären hier Fahrzeuge am Ende ihres Lebenszyklus, die als „gebrauchte Fahrzeuge“ exportiert werden – wobei jedoch eine große Menge an wertvollen Rohstoffen verlorengelht, die u.U. innerhalb der EU neuen Verwendungszwecken zugeführt werden könnten.⁶³

Zu den **technologischen Barrieren** zählen komplexe Produktdesigns, die die Trennung und das anschließende Recycling in sekundäre Rohstoffe behindern können. Außerdem tragen unzulängliche Recyclingtechnologien und ein Mangel an großen Recyclinganlagen zu niedrigen Recyclingquoten bei kritischen Rohstoffen bei – deutlich unterhalb dem, was technisch machbar wäre.⁶⁴

Aber abgesehen von den technologischen Barrieren bleibt das Recycling ohnehin häufig weiter hinter dem zurück, was technisch machbar wäre: Niedrige Preise für neue Rohstoff-

56 Kirchherr, Julian et al. 2017. Breaking the Barriers to the Circular Economy, S. 6.

Link: https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/171106_white_paper_breaking_the_barriers_to_the_circular_economy_white_paper_vweb-14021.pdf (retrieved on 18.07.2022)

57 Stanislaus, Mathy 2018. Barriers to a Circular Economy: 5 Reasons the World Wastes So Much Stuff (and Why It's Not Just the Consumer's Fault).

Link: <https://www.wri.org/insights/barriers-circular-economy-5-reasons-world-wastes-so-much-stuff-and-why-its-not-just> (abgerufen am 15.07.2022).

58 Kirchherr et al. Breaking the Barriers to the Circular Economy, S. 8.

59 ebd., S. 7.

60 ebd.

61 Boulding, William / Christen, Markus 2.001 First-Mover Disadvantage. Link: <https://hbr.org/2001/10/first-mover-disadvantage> (abgerufen am 18.07.2022).

62 Kirchherr et al. Breaking the Barriers to the Circular Economy, S. 8.

63 Technopolis Group et al. 2016. Regulatory barriers for the Circular Economy: Lessons from ten case studies, S. 17.

Link: https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/2288_160713_regulatory_barriers_for_the_circular_economy_accepted_hires_1.compressed.pdf (abgerufen am 20.07.2022)

64 European Environment Agency 2021. Emerging Waste Streams: Opportunities and challenges of the clean-energy transition from a circular economy perspective.

Link: <https://www.eea.europa.eu/publications/emerging-waste-streams-opportunities-and/emerging-waste-streams-opportunities-and> (abgerufen am 20.07.2022)

fe bedeuten, dass Recycling nicht rentabel ist und das Recyclingmärkte besonders komplex sind. Ein prominentes Beispiel ist das Recycling von Kunststoff: Trotz der hohen – und weiter ansteigenden – Nutzung von Kunststoff und großen Mengen an Kunststoffabfall steckt das Recycling solcher Materialien noch in den Kinderschuhen. In Deutschland z.B. – das häufig als Musterschüler unter den Recyclern gilt – wird geschätzt, dass weniger als 3% aller im Einsatz befindlichen Kunststoffe aus recyceltem Material bestehen.⁶⁵ Das Recycling von Verbundkunststoffen z.B. stößt tatsächlich an technologische Schranken. Allgemein ist es jedoch die Konkurrenz der fabrikneuen Kunststoffe, die aus billigem – steuerfreiem⁶⁶ – Öl gemacht werden, die das größte Hindernis für Recyclingkunststoff darstellt. Jetzt, da viele Unternehmen aus Marketinggründen nach Rezyklaten suchen, gibt es nicht genügend hochwertige Recyclinganbieter. Komplexere Märkte und Vorschriften – etwa dazu, welche Rezyklate zu welchen Zwecken eingesetzt werden dürfen (z.B. als Lebensmittelbehälter oder im Bau) – bedeuten für das Kunststoffrecycling weitere Nachteile.⁶⁷

3.3 Das politische Umfeld der Kreislaufwirtschaft in der EU

Die Kreislaufwirtschaft steht bei der EU seit mehreren Jahren auf dem politischen Plan: Der **Aktionsplan Kreislaufwirtschaft** (Circular Economy Action Plan, CEAP) wurde 2015 verabschiedet, aber eine verwandte Strategie zur nachhaltigen Nutzung natürlicher Ressourcen wurde bereits 2005 veröffentlicht. Der europäische Green Deal von 2019 und seine Ziele (Klimaneutralität bis 2050 und Entkopplung des Wirtschaftswachstums vom Rohstoffeinsatz) haben den neuesten Entwicklungen eine neue Dynamik verliehen.⁶⁸ Im Jahr 2020 folgte ein neuer **CEAP**.⁶⁹ Der neue Plan baut in Teilen auf den seit 2015 umgesetzten Aktionen auf und konzentriert sich hauptsächlich auf Ziele wie nachhaltiges Produktdesign und die Befähigung der Verbraucher. Außerdem konzentriert er sich auf bestimmte Branchen, nämlich Elektronik und Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT), Batterien und Fahrzeuge, Verpackung, Kunststoff, Bauwirtschaft und Gebäude, Lebensmittel, Wasser und Nährstoffe sowie Textilien.⁷⁰ Der CEAP beschreibt den Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft und möchte ein „regeneratives Wachstumsmodell, das mehr an den Planeten zurückgibt, als es von ihm nimmt“ hinzufügen.⁷¹ Es bleibt jedoch kaum mehr

als eine Strategie. Das einzige quantitative Ziel lautet, „die zirkuläre Materialeinsatzquote im kommenden Jahrzehnt zu verdoppeln“,⁷² also von 12,8% im Jahr 2020 auf 25,6% im Jahr 2030.⁷³ Die Wirkung des CEAP hängt größtenteils von der Umsetzung seiner Ziele in Form von Gesetzen ab.

Tatsächlich sind im Zuge des Plans mehrere **entscheidende Gesetze** geprüft oder entwickelt worden. Ende 2021 unterbreitete die Europäische Kommission einen **Vorschlag zu neuen Bestimmungen für den Transport von Abfall**. Globalisierung und Wirtschaftswachstum haben dazu geführt, dass zunehmende Abfallmengen über Grenzen transportiert werden, was der Umwelt signifikant schaden kann. Der neue Vorschlag soll illegale Abfalltransporte reduzieren helfen und den Transport von Abfall zu Recycling- und Wiederbenutzungszwecken in der EU vereinfachen, was nicht nur die Verschmutzung in anderen Ländern verhindern würde, sondern auch wertvolle sekundäre Rohstoffe in Europa behalten würde.⁷⁴

Im März 2022 wurde die **EU-Initiative zu nachhaltigen Produkten** zusammen mit einer „Kommunikation zur Normalisierung nachhaltiger Produkte“ und einem Vorschlag für eine Rahmenverordnung über ökologische Designanforderungen für nachhaltige Produkte veröffentlicht, die die Ökodesign-Richtlinie (2009/125/EC) ablösen soll.⁷⁵ Der Vorschlag einer Rahmenverordnung erweitert den Anwendungsbereich der Ökodesign-Richtlinie von 2009 und wird auf eine Vielzahl von Produkten angewandt. Er fördert nicht nur die Energieeffizienz, sondern auch die Zirkularität durch produktspezifische Bestimmungen und umfasst Regelungen, durch die Produkte langlebiger, zuverlässiger, wiederverwendbar, aufrüstbar, reparierbar, leichter zu warten und zu überholen sowie energie- und ressourceneffizient werden sollen.⁷⁶ Außerdem will die Initiative Verbraucher darin unterstützen, nachhaltigere Entscheidungen zu treffen, indem sie durch die Implementierung von digitalen Produktpässen strengere Informationsanforderungen vorschreibt.⁷⁷ So könnten Produkte z.B. je nach Leistung und Effizienz von „A“ bis „G“ eingestuft werden, um den Vergleich zwischen verschiedenen Herstellern zu ermöglichen.

Obwohl die oben beschriebenen Vorschläge zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Studie noch nicht verabschiedet wurden, wurden manche der Regeln bereits in bestimmte Produktbestimmungen oder diesbezügliche Vorschläge übernommen. So übernahm die Europäische Kommission im Dezember

65 Heinrich-Böll-Stiftung 2019. Abfallentsorgung: Hinter den Kulissen der ungelösten Plastikkrise.

Link: <https://www.boell.de/de/2019/05/27/abfallentsorgung-hinter-den-kulissen-der-ungeloesten-plastikkrise>.

66 In Deutschland werden fossile Energiequellen nicht besteuert, wenn sie in Materialien benutzt werden.

67 Polyproblem Report 2021. Wertsachen. Warum der Markt für recycelten Kunststoff nicht rund läuft und wie sich das ändern könnte, S. 11, S. 44 ff.

Link: <https://www.politico.eu/article/the-commissions-green-deal-plan-unveiled/> (abgerufen am 20.07.2022)

69 Europäische Kommission 2020. Kommunikation „A new Circular Economy Action Plan for a cleaner and more competitive Europe“.

Link: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN>

70 Europäische Kommission. Circular economy action plan.

71 ebd. p. 4.

72 ebd. p. 4.

73 Eurostat 2021. EU's circular material use rate increased in 2020. Link: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20211125-1>.

74 Europäische Kommission. Waste shipments. Link: https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/waste-shipments_en; SMART WASTE 2022. EU Proposal for a new Regulation on waste shipments. Link: <https://projects2014-2020.interregeurope.eu/smartwaste/news/news-article/13710/eu-proposal-for-a-new-regulation-on-waste-shipments/>.

75 Europäische Kommission 2022. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. On making sustainable products the norm. COM(2022)140 final; European Commission 2022a. Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a framework for setting ecodesign requirements for sustainable products and repealing Directive 2009/125/EC. COM(2022) 142 final; Langsdorf, Susanne/ Duin, Laurens 2022. The circular economy and its impact on developing and emerging countries. An explorative study. Link: <https://www.ecologic.eu/18561>.

76 Europäische Kommission 2022. Questions and Answers: Sustainable Products Initiative. Link: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/QANDA_22_2014

77 ebd.

2020 z.B. einen Vorschlag über eine (neue) Vorschrift zu Batterien und Altbatterien. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Studie befindet sich der Vorschlag im Trialog zwischen Rat, Parlament und Kommission. Es wird erwartet, dass eine endgültige Fassung des Texts Ende 2022 oder Anfang 2023 in Kraft tritt. Der Vorschlag umfasst eine Vorgabe über Mindestanteile an Kobalt-, Blei-, Lithium- und Nickel-Rezyklaten in Batterien. Das „Right to Repair“ ist bereits in der Gesetzgebung zu elektronischen Displays umgesetzt. Es umfasst Anforderungen an die Verfügbarkeit von Ersatzteilen und setzt voraus, dass Reparaturen mit allgemein verfügbaren Werkzeugen durchführbar sein müssen.^{79, 80}

Elf andere Initiativen und Aktionen, die als Teil des CEAP umgesetzt wurden, wurden bis dato von der Europäischen Kommission initiiert (Herbst 2022), darunter eine Strategie für nachhaltige und zirkuläre Textilien und ein Vorschlag für eine überarbeitete Vorschrift zu Bauprodukten.⁸¹

Die Abfallrahmenrichtlinie, die wichtigste europäische Vorschrift zum Thema Abfall, wird gerade überarbeitet. Im Januar

2022 veröffentlichte die Europäische Kommission einen „Call for Evidence“ mit dem übergeordneten Ziel, die holistischen Umweltergebnisse der Abfallwirtschaft in Übereinstimmung mit der Abfallhierarchie⁸² und der Implementierung des Verursacherprinzips zu verbessern.⁸³ Anlass hierfür ist die Tatsache, dass das städtische Abfallaufkommen trotz der bestehenden Gesetzgebung im vergangenen Jahrzehnt angestiegen ist. Ineffiziente Abfallsammlungssysteme haben insbesondere zu niedrigeren Recyclingquoten und Rezyklaten von geringerer Qualität geführt.⁸⁴ In ihren Antworten auf den Call for Evidence haben viele Mitglieder der Öffentlichkeit betont, dass zur Steigerung der Zirkularität der Verbrauch angegangen, die direkte Wiederverwendung gefördert und zirkuläre Design-Ansätze verfolgt werden müssen. Sie hoben auch die Bedeutung des Verpackungsmülls vor dem Hintergrund hervor, dass die getrennte Sammlung eine Voraussetzung für die bessere Wiederverwendung und besseres Recycling ist.

Im letzten Kapitel stellen wir konkrete Kreislaufwirtschaftslösungen vor, um die Rohstoffabhängigkeit zu verringern. Wir konzentrieren uns dabei auf die Seltenen Erden.

4. Angewandte Kreislaufwirtschaft: Möglichkeiten die Abhängigkeit von Importen von seltenen Erden zu verringern

4.1 Warum die Seltenen Erden so wichtig sind

Bei den Seltenen Erden handelt es sich um eine Gruppe von 17 Schwermetallen, die sich in zwei Gruppen unterteilen lassen: leichte Seltene Erden (*Light Rare Earth Elements*, LREE) und schwere Seltene Erden (*Heavy Rare Earth Elements*, HREE). Obwohl Seltenen Erden chemisch fast ununterscheidbar sind, verfügen sie über unterschiedliche elektronische und magnetische Eigenschaften, die sie für verschiedene Anwendungszwecke geeignet machen.⁸⁵ Sie sind für moderne Technologien im Allgemeinen und für die Erreichung einer kohlenstoffarmen Wirtschaft im Speziellen unverzichtbar, da sie z.B. in Dauermagneten für elektrische Motoren oder

Windkraftanlagen benötigt werden. Andere wichtige Einsatzbereiche sind z.B. Katalysatoren, Metalllegierungen (Nickel-Metallhydrid-Batterien) und Polituren. In Abhängigkeit von Klimamaßnahmen und dem technologischem Wandel wird geschätzt, dass die Nachfrage nach Seltenen Erden bis 2040 verglichen mit 2020 um das Drei- bis Siebenfache ansteigen wird.⁸⁶ Insbesondere der Markt für Magnete soll wachsen, was vor allem die Nachfrage nach Neodym und Dysprosium anheizen würde. Der zunehmende Einsatz von Akkus wird erwartungsgemäß auch die Nachfrage nach Lanthan stark erhöhen.⁸⁷ Andererseits wird erwartet, dass die Nutzung mancher Seltener Erden, wie z.B. von Europium in Leuchtmitteln, zurückgehen wird.⁸⁸

78 Europäische Union 2019. Commission Regulation (EU) 2019/2021 of 1 October 2019 laying down ecodesign requirements for electronic displays pursuant to Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council, amending Commission Regulation (EC) No 1275/2008 and repealing Commission Regulation (EC) No 642/2009.

79 Langsdorf, Susanne/ Duin, Laurens 2022. The circular economy and its impact on developing and emerging countries. An explorative study. Link: <https://www.ecologic.eu/18561>.

80 EEB et al. 2022. EU-Batteries Regulation: Four-Position-Paper. Link: <https://eeb.org/library/eu-batteries-regulation-four-position-paper/>.

81 Europäische Kommission 2022. Circular Economy Action Plan. Link: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN>.

82 Siehe: https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/waste-framework-directive_en.

83 Europäische Kommission. Waste Framework Directive.

84 Europäische Kommission 2022. Call for Evidence: Revision of the Waste Framework Directive. Link: https://environment.ec.europa.eu/news/waste-framework-directive-revision-2022-02-14_en#:~:text=The%20revision%20of%20the%20WFD,the%20drivers%20of%20these%20problems.

85 Massachusetts Institute of Technology 2016. Rare Earth Elements: A comprehensive background. Link: <https://web.mit.edu/12.000/www/m2016/finalwebsite/elements/ree.html> (abgerufen am 08.08.2022)

86 International Energy Agency 2022. The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions, S. 52. Link: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ffd2a83b-8c30-4e9d-980a-52b6d9a86fdc/TheRoleofCriticalMineralsinCleanEnergyTransitions.pdf> (retrieved on 01.08.2022)

87 BGR 2021. Seltene Erden. Informationen zur Nachhaltigkeit, S. 3. Link: https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen_Nachhaltigkeit/seltene_erden.pdf?sessionid=EC2172DB42C9D8C6D9131B395B2215FE.1_cid292?__blob=publicationFile&v=3.

88 DERA (ohne Datumsangabe). Rohstoff Seltene Erden. Link: https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/DE/Downloads/m-seltene-erden.pdf?__blob=publicationFile&v=3.

4.2 Gründe für die Abhängigkeit – und Auswege

Die Seltenen Erden genießen verglichen mit anderen kritischen Rohstoffen – die ja definitionsgemäß ein hohes Lieferausfallrisiko darstellen – eine Sonderstellung: In der neuesten EU-Liste der kritischen Rohstoffe von 2020⁸⁹ lag Chinas Lieferanteil bei den Seltenen Erden an die EU bei fast 100%,⁹⁰ verglichen mit einem Anteil von 44% an den importierten Rohstoffen insgesamt. Während China weltweit den Markt für Seltene Erden dominiert, haben andere Länder eine Vielfalt von Strategien verfolgt, vom eigenen Abbau bis hin zur Diversifizierung und Lagerhaltung, um die Abhängigkeit etwas abzumildern. Die USA z.B. steigerten ihre Produktion von null im Jahr 2017 auf 43.000 Tonnen im Jahr 2021. „Nur“ 78% der in die USA importierten Seltenen Erden stammten aus China. Weiterhin haben die USA Bestände an strategisch wichtigen Seltenen Erden aufgebaut. In manchen Anwendungsbereichen ist eine Substitution der Seltenen Erden möglich, jedoch beeinträchtigt dies in der Regel die Funktionalität.⁹¹

Daher ließe sich behaupten, dass die europäische Abhängigkeit bis zu einem bestimmten Maße auf eigenen Entscheidungen beruht. Geologen weisen immer wieder darauf hin, dass Seltene Erden in der Erdkruste nicht selten sind, sondern relativ häufig vorkommen, und dass⁹² man sie in der EU abbauen könnte.⁹³ Jedoch sind aus einer wirtschaftlichen Perspektive „abbaubare Konzentrationen seltener als bei den meisten anderen mineralischen Rohstoffen“⁹⁴ und der Abbau von Seltenen Erden hat eine beträchtliche Auswirkung auf die Umwelt. Eine Studie fasste es wie folgt zusammen: „Pro Tonne produzierter Seltener Erden entstehen 13 kg Staub, 9.600-12.000 m³ Abgase, 75 m³ Abwasser sowie 1 Tonne radioaktive Rückstände.“⁹⁵ Außerdem werden beim Schürfen der Seltenen Erden giftige Chemikalien eingesetzt, um die Mineralien aus den Erzen zu lösen. Dieser Prozess führt zur Entstehung von „Absetzbecken“, die umweltschädliche Lösungen enthalten und ordnungsgemäß versiegelt und sorgfältig instandgehalten werden müssen.⁹⁶ Minenunternehmen müssen in der EU strenge Umweltauflagen erfüllen, was die Gewinnung von Rohstoffen verteuert. Außerdem haben sie es häufig mit dem erbittertem Wider-

stand von örtlichen Gemeinden zu tun. Unter anderem hat diese komplizierte Gemengelage die totale europäische Abhängigkeit von Rohstoffimporten – insbesondere den Seltenen Erden – aus China begünstigt.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die EU wohl über Strategien zur Verringerung der Abhängigkeit verfügt, deren Umsetzung allerdings erhebliche Hindernisse im Wege stehen. Grund genug, besseren Gebrauch von den Möglichkeiten zu machen, die sich aus der Einführung der Kreislaufwirtschaft ergeben. Im verbleibenden Teil der Studie stellen wir einige Beispiele vor, die hoffentlich die Vielzahl der Wege veranschaulichen, wie die Kreislaufwirtschaft die EU weniger abhängig machen kann.

4.3 Praxisbeispiele: Reduce, Reuse, Recycle

4.3.1 Reduce: Car Sharing

Status Quo der Automobilbranche: Die Automobilbranche ist ein Schlüsselsektor der europäischen Wirtschaft, trägt aber auch etwa 12% zu den CO₂-Emissionen der EU bei⁹⁷ und verursacht – bei einem Durchschnittsgewicht von fast 2.000 kg pro Auto⁹⁸ – eine hohe Rohstoffnachfrage. Durch den Wechsel zu Elektrofahrzeugen werden Emissionen in der Nutzungsphase stark abnehmen. Deshalb wird Berechnungen zufolge erwartet, dass die Materialemissionen bis 2040 60% der Emissionen eines Autos über seinen gesamten Lebenszyklus ausmachen werden.⁹⁹ Zugleich verändert sich auch die Zusammensetzung der in Autos eingesetzten Rohstoffe. Der Bedarf an Kupfer, Nickel und kritischen Rohstoffen, darunter Seltene Erden¹⁰⁰ wie Neodym, Praseodym und Dysprosium, wird zunehmen.¹⁰¹ Diese Materialien werden vor allem in einigen Schlüsselkomponenten von Elektrofahrzeugen benutzt, darunter Lithium-Ionen-Akkus und elektrische Antriebsmotoren. Ähnlich wie Windkraftanlagen verwenden die meisten Hybrid- und Elektrofahrzeuge elektrische Antriebsmotoren mit Neodym-Eisen-Bor-(NdFeB)-Dauermagneten. Die kompakte Größe und hohe Leistung dieser Magneten bedeutet, dass sie bei der Herstellung von Elektrofahrzeugen eine wesentliche Rolle spielen.¹⁰²

89 ebd.

90 Die EU beschafft 99% ihrer leichten Seltenen Erden (Light Rare Earth Elements, LREE) und 98% ihrer schweren Seltenen Erden (Heavy Rare Earth Elements, HREE) aus China.

91 USGS 2021. Rare Earths Statistics and Information. Link: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/rare-earths-statistics-and-information>.

92 USGS 2021. Rare Earths Statistics and Information. Link: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/rare-earths-statistics-and-information>; DERA 2 Rohstoff Seltene Erden; Horizon, the EU Research and Innovation Magazin 2015. Europe's rare earth deposits could shore up tech industry. Link: <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/europes-rare-earth-deposits-could-shore-tech-industry>.

93 Horizon, the EU Research and Innovation Magazin 2015. Europe's rare earth deposits could shore up tech industry.

Link: <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/europes-rare-earth-deposits-could-shore-tech-industry>.

94 USGS 2021. Rare Earths Statistics and Information. Link: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/rare-earths-statistics-and-information>

95 ebd.

96 Nayar, Jaya 2021. Not So "Green" Technology: The Complicated Legacy of Rare Earth Mining.

Link: <https://hir.harvard.edu/not-so-green-technology-the-complicated-legacy-of-rare-earth-mining/>

97 Europäische Kommission 2021: CO₂ emission performance standards for cars and vans.

Link: https://ec.europa.eu/clima/eu-action/transport-emissions/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/co2-emission-performance-standards-cars-and-vans_en.

98 Statista 2022. Durchschnittliches Gewicht neu zugelassener Personenkraftwagen in Europa nach Marken⁹ in den Jahren 2019 und 2020.

Link: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/238004/umfrage/gewicht-von-pkw-nach-autoherstellern/>.

99 World Economic Forum/Systemiq 2021. Paving the Way: EU Policy Action for Automotive Circularity, S. 9.

Link: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Circular_Cars_Initiative_Paving_the_Way_2021.pdf.

100 EEA 2018. Electric vehicles from life cycle and circular economy perspectives TERM 2018: Transport and Environment Reporting Mechanism (TERM) report.

Link: <https://www.eea.europa.eu/publications/electric-vehicles-from-life-cycle/download>.

101 European Environment Agency 2018. Electric Vehicles from Life Cycle and Circular Economy Perspectives, S. 15.

102 IDTechEx. Electric Motors for Electric Vehicles 2022-2032. Link: <https://www.idtechex.com/en/research-report/electric-motors-for-electric-vehicles-2022-2032/842>.

Geschäftsmodell: Car-Sharing ist ein Beispiel eines „Product-as-a-Service“-Geschäftsmodells, bei dem Kunden die Dienstleistung kaufen, die ein Produkt erbringt, während das Gut selbst im Eigentum des Anbieters verbleibt.

Vorteile und Chancen: Indem Car-Sharing den privaten Fahrzeugbesitz ersetzt, stellt es für diejenigen Konsumenten eine hilfreiche Lösung dar, die bei der Mobilität etwas mehr Flexibilität wünschen, jedoch nicht die hohen Fixkosten eingehen möchten, die durch den Fahrzeugbesitz entstehen. Es gibt mehrere positive Auswirkungen dieses Geschäftsmodells, darunter wirtschaftliche und Umweltvorteile. Es wird geschätzt, dass Verbraucher weltweit im Jahr 2019 etwa \$4-6 Mrd. ausgaben.¹⁰³

Die Umweltvorteile des weitverbreiteten Car-Sharings können erheblich sein und betreffen die Fahrkilometer, die Flächennutzung (da es weniger stationäre Autos gibt), den Autobesitz und dadurch den Ressourcenverbrauch.¹⁰⁴ Die Forschung hat sich bisher vor allem den Reduktionen bei den Treibhausgasemissionen gewidmet. Verschiedene Studien schätzen eine Reduktion von 30 Prozent bis 70 Prozent der Treibhausgasemissionen infolge eines Wechsels vom Autobesitz zum Car-Sharing, einschließlich der Auswirkungen modaler Verlagerungen.¹⁰⁵ Obwohl es bisher nur wenige Studien zu den Auswirkungen auf den Ressourcenverbrauch und damit den Verbrauch an Seltenen Erden gibt, ist es klar, dass der Hauptindikator darin besteht, wie viele Privatfahrzeuge durch Car-Sharing ersetzt werden können. Auch hier sind die Studienergebnisse nicht ganz eindeutig. In groben Zügen wird geschätzt, dass in Belgien 4-6, in Schweden 5-7 und in Deutschland 7-10 Autos ersetzt würden.¹⁰⁶ Eine deutsche Studie berechnete eine hohe Ersatzquote von neun Autos pro stationenbasiertem Auto, konnte aber keine Auswirkungen des Car-Sharings auf den Markt für Automobile feststellen.¹⁰⁷

Obwohl weitere Untersuchungen nötig sind, um die Effekte zu erklären und die Ergebnisse zu bestätigen, zeigen bisherige Studien bereits, dass die potenziellen Auswirkungen in hohem Maß positiv sind. Insbesondere was den Ressourcenverbrauch betrifft, ist die entscheidende Frage jedoch, ob der Privatbesitz ersetzt wird. Wenn ein geteiltes Auto vier Privatfahrzeuge ersetzt (die niedrigste Schätzung in den oben erwähnten Studien), würde sich der Rohstoffeinsatz für die Mobilität bereits um 75 Prozent verringern. Das ist natürlich eine starke Vereinfachung, weil dabei Faktoren wie die Größe der Autos, die Lebensdauer aufgrund des verstärkten Einsatzes und Ersatzraten außer Acht gelassen werden. Aber dennoch lässt sich festhalten, dass Reduktionen in diesen Ausmaßen nicht leicht durch andere Ansätze erreicht werden können.

Herausforderungen: Die uneindeutigen Ergebnisse bezüglich des tatsächlichen Ersatzes des privaten Autobesitzes deuten auch an, dass Car-Sharing als Kreislauf-Geschäftsmodell einen geeigneten politischen Rahmen braucht, um erfolgreich zu sein. Tatsächlich würde Car-Sharing, ohne eine gleichzeitige Verringerung des Autobesitzes, die Rohstoffabhängigkeit noch verschlimmern. Obwohl eine Analyse der verschiedenen Politikinstrumente den Rahmen dieser Studie sprengen würde, sei darauf hingewiesen, dass gemäß anderen Studien eine Anpassung des Geschäftsmodells an Städte in Verbindung mit unterstützenden örtlichen Vorschriften, z.B. was Vorzüge beim Parken betrifft, zum Erfolg von Car-Sharing-Unternehmen beitragen könnte. Auf der nationalen Ebene würden andere Instrumente, wie z.B. die höhere Besteuerung von Zweit- und Drittfahrzeugen in Gegenden, in denen Car-Sharing verfügbar ist, wahrscheinlich den Übergang zum Car-Sharing vorantreiben und helfen, den privaten Autobesitz zu reduzieren.

Das Car-Sharing-Beispiel zeigt, wie viel Potenzial dieses Kreislauf-Geschäftsmodell birgt, um die Rohstoffabhängigkeit zu verringern. Es veranschaulicht aber auch die Notwendigkeit systemischer Veränderungen zur Überwindung von Hindernissen (*siehe auch Kapitel 3.2*) bei der Einführung einer Kreislaufwirtschaft. Sozio-kulturelle Aspekte wie das hohe Ansehen des Autobesitzes scheinen sich bereits zu ändern. Jüngere Generationen zeigen weniger Interesse am privaten Autobesitz.¹⁰⁸ Dank Fortschritten bei der Digitalisierung, den Sharing-Apps und der praktisch kompletten Marktdurchdringung mit Smartphones sind viele technologische Hürden bereits überwunden worden. Markt- und regulatorische Hürden wurden reduziert und es gibt bereits viele erfolgreiche Sharing-Unternehmen in der EU. In einer echten Kreislaufwirtschaft würde der Markt jedoch so aufgestellt sein, dass Unternehmen, die Sharing-Dienste anbieten, bessere Geschäfte machen als solche, die einfach nur Produkte verkaufen

4.3.2 Reuse: Philips Equipment Leasing and Refurbishment

Medizinische Gerätschaften, Elektronik und Seltene Erden: Moderne medizinische Geräte enthalten erhebliche Mengen an kritischen Rohstoffen, darunter auch Seltene Erden. Die hohe Nachfrage beruht zum Teil auf Digitalisierungsprozessen, z.B. für Bildschirme, Prozessoren oder Arbeitsspeicher; andererseits erklärt sie sich daraus, dass bestimmte medizinische High-Tech-Geräte wie Kernspintomographen Dauermagneten enthalten, in denen Seltene Erden zum Einsatz kommen. Andere Anwendungsbereiche sind z.B. medizinische Laser, bei denen Erbium, Yttrium und Neodym benutzt

103 McKinsey&Company 2021. Shared mobility: Where it stands, where it's headed.

Link: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/shared-mobility-where-it-stands-where-its-headed>.

104 Harris, Steve et al. 2021. Sharing is daring, but is it sustainable? An assessment of sharing cars, electric tools and offices in Sweden, Resources, Conservation and Recycling, Volume 170.

105 ebd.

106 ebd.

107 Kollack, Aaron 2021. Does Car-Sharing Reduce Car Ownership? Empirical Evidence from Germany. Sustainability 2021, 13, 7384.

108 Forbes 2019. The Reasons Why Millennials Aren't As Car Crazy As Baby Boomers, And How Self-Driving Cars Fit In.

Link: <https://www.forbes.com/sites/lanceeliot/2019/08/04/the-reasons-why-millennials-arent-as-car-crazy-as-baby-boomers-and-how-self-driving-cars-fit-in/?sh=5a9dead63fc5>.

werden, oder medizinische Massenprodukte wie z. B. medizinische Hörgeräte, die ebenfalls Neodym enthalten.¹⁰⁹

Geschäftsmodell: Philips, mit einem Nettoumsatz von €19,5 Mrd. im Jahr 2020 ein Weltmarktführer im Gesundheitssektor,¹¹⁰ hat die Kreislaufwirtschaft zu einer Hauptsäule seiner Nachhaltigkeitsziele erklärt. Philips will 25% seines Umsatzes durch Lösungen im Rahmen der Kreislaufwirtschaft erzielen und sicherstellen, dass 100% der Produkte die Ökodesign-Prinzipien des Unternehmens einhalten.¹¹¹ Für Anbieter im Gesundheitsmarkt stehen hohe Kosten an, wenn sie Ausrüstung mit hohen Residualwerten ersetzen müssen – angesichts der rapiden Fortschritte in der Medizintechnik keine Seltenheit. Philips arbeitet deswegen an der Entwicklung von Geschäftsmodellen, die den Umgang mit diesen Herausforderungen erleichtern, wie z. B. Product-as-a-Service, Rücknahmeinitiativen und Upgrade- und Überholungsprogramme.¹¹² Das Überholungsprogramm Philips Refurbished Systems z. B. erlaubt es Krankenhäusern oder spezialisierten Praxen, ihre gebrauchte Ausrüstung beim Upgrade auf neue Gerätschaften in Zahlung zu geben – und dabei von einem Rabatt zu profitieren. Abbildungsgeräte wie z. B. Kernspintomographen und Computertomographiescanner gehören zu den Produkten, die unter diesem Programm abgedeckt werden.¹¹³

Product-as-a-Service ist ein weiteres Geschäftsmodell, das Philips benutzt, um die Lebensdauer seiner Produkte zu verlängern und zugleich die Wettbewerbsfähigkeit im Markt zu bewahren. Bei diesem Geschäftsmodell bezahlen Kunden dafür, für eine begrenzte Zeit auf den Dienst zugreifen zu dürfen, während der Anbieter die Eigentumsrechte an dem Produkt behält und für Lieferung, Wartung, Upgrades und den Umgang mit dem Produkt am Ende von dessen Lebenszyklus verantwortlich ist.¹¹⁴

Vorteile und Chancen: Die Vorteile dieser Geschäftsmodelle sind vielfältig. Kunden kommen über die Trade-in- oder Leasingprogramme in den Genuss höherwertiger Ausrüstung zu niedrigeren Kosten. Außerdem verringern leistungs- und zugriffsbasierte Modelle, die Teil dieser Dienste bieten, die Anfangskosten.¹¹⁵ Im Gesundheitssystem ist die Aufrüstbarkeit für Kunden ein wichtiger Vorteil, der es ihnen erlaubt, mit der neuesten Technologie Schritt zu halten.

Andererseits bietet dieses Geschäftsmodell auch Philips als Anbieter Vorteile. Da immer mehr Kunden bei ihren Einkaufsentscheidungen auch die Umwelt berücksichtigen, haben

Dienstleister dadurch die Möglichkeit, ihre Wettbewerbsfähigkeit zu steigern.¹¹⁰ Außerdem erfordern Geschäftsmodelle, die auf Leasing und Überholung beruhen, häufig stärkere Beziehungen zwischen Käufer und Verkäufer. Die hier erzeugte Kundentreue kann zu wiederkehrendem Geschäft und wiederkehrenden Umsätzen führen.

Die Umweltvorteile sind auch beachtlich, da Philips durch seine Überholungsmaßnahmen eine Materialwiederverwendungsquote von 50-90% erreichte, einschließlich der Wiederverwendung von 940 Tonnen an überholten Geräten für die medizinische Bildverarbeitung im Jahr 2016. Dies trägt nicht nur zur Erreichung der Kreislaufwirtschaftsziele von Philips bei, sondern verringert auch die Nachfrage nach primären Seltenen Erden und verringert die Abfallmengen, die auf der Deponie landen. Zu guter Letzt führt es auch zu mehr Versorgungssicherheit.

Risiken und Herausforderungen: Eine der Hauptherausforderungen dieses Geschäftsmodells auf der Perspektive von Philips besteht in der Unsicherheit hinsichtlich der Kundenakzeptanz. Sogar wenn potenzielle Kunden mit der Umweltbelastung der Produkte vertraut sind, die sie kaufen, gibt es dennoch eine Fehlwahrnehmung unter Kunden, dass gebrauchte, überholte oder recycelte Produkte potenziell von niedrigerer Qualität sind.¹¹⁸ Diese Fehlwahrnehmung kann für den Einstieg von Philips in den Leasing-Markt und den Markt für überholte Produkte ein Hindernis darstellen. Deshalb ist es so wichtig, die Produkte auf wirksame Weise neu zu vermarkten und damit die Fähigkeit zu demonstrieren, hochwertige Dienste anbieten zu können. Abschließend ist die Preisgestaltung bei diesen Diensten aus wirtschaftlicher Sicht nicht immer einfach. Dies liegt daran, dass es schwierig ist, das Preisniveau vorherzusagen, bei dem die Fix- und variablen Kosten des Produkts in einem verbrauchsbasierendem Leasingmodell abgedeckt wären.¹¹⁹

4.3.3 Recycle: Stena & Neodym-Dauermagnete

In der Kreislaufwirtschaft sind die ersten Schritte des Kreislaufs – insbesondere die Verringerung der Rohstoff-Inputs und die Weiterverwendung von hochwertigen Materialien – entscheidend. Strategien für die Wiederverwendung, Refabrikation und Neuverteilung bewahren den Wert der Rohstoffe, anstatt diesen abzubauen, wie es in Recycling-Vorgängen der Fall ist.¹¹⁹ Nachdem alle anderen Optionen ausgeschöpft

109 MDDI 2013. A Rare Earth Metal Shortage Could Spell Trouble for Medtech Firms.

Link: <https://www.mddionline.com/materials/rare-earth-metal-shortage-could-spell-trouble-medtech-firms>.

110 Ellen MacArthur Foundation. Pioneering Circularity in the Healthcare Industry.

Link: <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-examples/pioneering-circularity-in-the-healthcare-industry-royal-philips>

111 Ellen MacArthur Foundation. Philips.

112 Ellen MacArthur Foundation. Pioneering Circularity in the Healthcare Industry.

113 Board of Innovation. 10 Circular Business Model Examples. Link: <https://www.boardofinnovation.com/blog/circular-business-model-examples/>

114 Hvid Jensen, Henrik. 5 Circular Economy Business Models That Offer a Competitive Advantage.

115 Philips. Circular Products and Services.

Link: <https://www.philips.com/a-w/about/environmental-social-governance/environmental/circular-economy/circular-products-and-services.html>

116 Ellen MacArthur Foundation. Pioneering Circularity in the Healthcare Industry.

117 World Business Council for Sustainable Development. Leasing. Link: <https://www.ceguide.org/Strategies-and-examples/Sell/Leasing>

118 Murphy, Michael 2021. Electronics Can Trigger a More Circular, Sustainable World – Here's How.

Link: <https://www.weforum.org/agenda/2021/05/electronics-can-trigger-a-more-circular-sustainable-world-here-s-how/>

119 Slavchova, Kameliya / Georgiev, Denis 2019. Pay-Per-Use: The challenges for consumption-based leasing in a tech-driven world.

Link: <https://www.codix.eu/en/company/stories/world-leasing-yearbook-2020>.

wurden, ist das Recycling jedoch dennoch ein kritischer Bestandteil der Kreislaufwirtschaft, insbesondere in der heutigen Zeit, in der die Optionen der Wiederverwendung, Reparatur und Wiederaufarbeitung möglicherweise weiterhin eingeschränkt sind.¹²¹

SUSMAGPRO

nachhaltige Rückgewinnung, Wiederaufarbeitung und Wiederverwendung von Seltenen Erden in einer europäischen Kreislaufwirtschaft

Dauer: 2019 bis 2023, Budget: ~ 5 Mio. EURO

SUSMAGPRO baut auf EU-Forschungsprojekten auf, einschließlich dem REMANENCE-Projekt. Als Hauptziel strebt es den Aufbau einer Recycling-Lieferkette für Seltene-Erden-Magneten an. Ferner sollen die recycelten Magneten in Elektronik, Windkraftanlagen und im Automobilsektor getestet werden.

Beim Recycling- und Rückgewinnungsprozess kommen Sortieranlagen mit neuen Sensoren und Robotern zum Einsatz, um NdFeB in Abfallprodukten effizient zu identifizieren, zu sortieren und zu extrahieren. Der Magnetschrott wird mit dem „Hydrogen Processing of Magnetic Scrap“-Verfahren (HPMS-Verfahren) zu Pulvern verarbeitet, bevor er in neue magnetische Komponenten umgewandelt wird. Mobilität ist ein weiterer Schwerpunkt: Die Anlage wurde mit dem Ziel der Transportfähigkeit entwickelt, um die Mülltrennung vor Ort zu ermöglichen. Ferner werden in Großbritannien und Slowenien Pilotanlagen entwickelt, die potenziell 50 Tonnen saubere NdFeB-Pulver pro Jahr verarbeiten können.

Forscher haben Marktstudien durchgeführt, um die Hauptquellen von Abfallprodukten zu identifizieren, die NdFeB enthalten. Darauf basierend wurden Businesspläne für diese Recycling- und Rückgewinnungslösungen entwickelt, die 5 Jahre nach Projektbeginn 15 Prozent der EU-Nachfrage nach NdFeB-Magneten (450 Tonnen pro Jahr) abdecken sollen.

Geschäftsmodell: Stena Recycling ist das führende Recycling-Unternehmen Schwedens. Es ist intensiv an Projekten zur Rückgewinnung von Neodym-Dauermagneten (NdFeB-Magneten) beteiligt. Die Muttergesellschaft, Stena Metall AB, ist in sieben europäischen Ländern vertreten und konzentriert sich auf das Recycling von Elektromüll (*Waste from Electrical and Electronic Equipment, WEEE*), Altfahrzeugen und vielen anderen Industrieabfällen, die Dauermagneten enthalten. Stena war an mehreren kontinentübergreifenden Projekten beteiligt, darunter REE4E, REMANENCE¹²² und seit neuestem auch SUSMAGPRO (siehe *Info-Boxen*).¹²³ Durch diese Projekte soll das Recycling dieser Metalle verstärkt werden, indem neue, nachhaltige Lösungen entwickelt werden.

Vorteile und Chancen: Angesichts der hohen Abhängigkeit von den Seltenen Erden und der wachsenden Nachfrage stellt das Recycling sowohl wirtschaftlich als auch aus Umweltgründen eine bedeutende Chance dar. Aus wirtschaftlicher Sicht entstehen Vorteile auf verschiedenen Stufen und Produktionsskalen. Recycling-Unternehmen profitieren von der höheren Nachfrage nach sekundären Seltenen Erden, während Verbraucher in den Genuss stabilerer Preise kommen. Ferner können Unternehmen von Skaleneffekten profitieren, wenn effizientere Technologien im Recycling-Prozess eingesetzt werden. Je größer die recycelten Mengen, desto niedriger die durchschnittlichen Einheitskosten aus Unternehmenssicht. Dies würde die Wettbewerbsposition der Rezyklate gegenüber Neumaterial verbessern. Unter Umweltaspekten könnte das Recycling von Dauermagneten die schädlichen Klimawirkungen erheblich reduzieren. Datenanalysen der Pilotmaßnahmen im REE4EU-Projekt weisen auf eine Verringerung der Wirkung auf den Klimawandel um 50% sowie eine Verringerung des primären Energieverbrauchs um 35 Prozent hin, wenn man die Ergebnisse mit dem aktuellen Szenario vergleicht, bei dem vor allem primäre Seltene Erden aus China zum Einsatz kommen.¹²⁴

Risiken und Herausforderungen: Die Haupthindernisse beim Recycling von Seltenen Erden in der EU sind die ineffiziente Abfallerfassung, hohe Kosten und die Komplexität der Zerlegung und Wiedergewinnung der Magneten. Das Recycling von Neodym-Magneten ist technisch anspruchsvoll, weil sie spröde und magnetisch sind, so dass sie in der Ausrüstung steckenbleiben.¹²⁵ Jedoch würde die Zerlegung und Entfernung in Handarbeit zu viel Zeit und Geld erfordern und könnte auch für die menschliche Gesundheit schädlich sein. Ein Mangel an Recycling in der EU ist eine weitere Herausforderung und es gibt keine existierenden Beispiele von Wertschöpfungsketten für Dauermagneten, bei denen recyceltes Material zum Einsatz kommt.

120 Lemille, Alexandre 2019. For a True Circular Economy, We Must Redefine Waste.

Link: <https://www.weforum.org/agenda/2019/11/build-circular-economy-stop-recycling/>.

121 Zero Waste Scotland. Recycling and the Circular Economy. Link: <https://www.zerowastescotland.org.uk/circular-economy/recycling>.

122 European Commission 2017. Rare Earth Magnet Recovery for Environmental and Resource Protection: Final Publishable Report, p. 3.

Link: <https://cordis.europa.eu/docs/results/310/310240/final1-remanence-final-report-v1.pdf>

123 Stena. Neodymium Magnets. Link: <https://www.stenametall.com/research-and-development/current-projects/neodymium-magnets/>

124 Europäische Kommission 2020. Recycled Permanent Magnets Provide a Source for Rare Earth Elements.

Link: <https://cordis.europa.eu/article/id/415387-recycled-permanent-magnets-provide-a-source-for-rare-earth-elements>.

125 Stena. Neodymium Magnets. Link: <https://www.stenametall.com/research-and-development/current-projects/neodymium-magnets/>.

Die in diesen zwei Projekten verfolgten Ansätze haben gezeigt, wie Recycling im europäischen Übergang zu einer grünen Wirtschaft eine wichtige Rolle spielen kann. Technische Fortschritte, zum Beispiel bei Sensoren, Sortieranlagen und bei der Verarbeitung von Wasserstoff, sind wichtige Komponenten einer Kreislaufwirtschaft und erfordern viel mehr Aufmerksamkeit. Zugleich haben diese Projekte in dem Sinn eine wichtige Rolle gespielt, dass sie das Bewusstsein für diese Geschäftsmodelle geschärft haben. Die Frage der Kundenakzeptanz von Dauermagneten, die aus recycelten Rohstoffen hergestellt werden – was zum Beispiel ihre magnetischen Eigenschaften und potenzielle Engpässe in den Lieferketten betrifft – muss beantwortet werden, bevor diese Projekte in größerem Maße implementiert werden können.

REMANENCE

Rare Earth Magnet Recovery for Environmental and Resource Protection

Dauer: 2013 bis 2016, Budget: ~ 5 Mio. EURO

REMANENCE verfolgt das Ziel, den Anteil an Seltene-Erden-Magneten zu steigern, die aus Abfallströmen zurückgewonnen werden. Im Rahmen des Projekts wurden Sensor- und Separationstechnologien entwickelt, um Seltene-Erden-Magneten aus elektronischen Geräten zurückzugewinnen. Die Materialien wurden anschließend verarbeitet, um die NdFeB-Magneten in ein hydriertes Pulver umzuwandeln, bevor sie mechanisch aus den Geräten herausgetrennt und weiterverarbeitet wurden, um gesinterte oder gebundene Seltene-Erden-Magneten herzustellen.

Das Projekt hat den Prozess in einer virtuellen Produktionslinie implementiert und Magneten produziert, die mit Magneten, die aus primären Rohstoffen hergestellt wurden, vergleichbar und wettbewerbsfähig sind.

Schlussfolgerungen

Zurzeit verharrt Europa in einer strukturellen Abhängigkeit von autoritären Regimen. Unabhängig davon, ob es um Russlands dominante Position als Lieferant von fossilen Brennstoffen oder um Chinas Monopol bei strategisch wichtigen Elementen geht, die für moderne und ökologisch nachhaltige Technologien unverzichtbar sind, muss Europa sich aus der Abhängigkeit befreien – zumindest in gewissem Maße – wenn es seine politische Autonomie bewahren will. In dieser Studie wurden daher verschiedene mögliche Strategien vorgeschlagen, um ein höheres Maß an Unabhängigkeit im Bereich der Rohstoffe zu erreichen.

Wissenschaftliche und technologische Fortschritte werden möglicherweise höhere Substitutionsraten und eine höhere Ressourceneffizienz erlauben. Neue Recycling-Technologien können helfen, die Sortierung und die Wiedergewinnung von Rohstoffen zu verbessern. Jedoch können technologische Innovationen nur einen beschränkten Beitrag leisten – zumindest kurzfristig. Daher ist ein dringend benötigtes zusätzliches Werkzeug ein bewussterer Umgang mit der Benutzung von seltenen Rohstoffen. Dazu gehören seitens der Unternehmen eine Fokussierung auf Design-Prozesse, die die Nachhaltigkeit in den Vordergrund stellen und die Wiederverwendung erleichtern, und seitens der breiten Öffentlichkeit bewusstere und nachhaltigere Verbrauchsmuster. Zweifelsohne müssen Europa und der Westen, was ihre Beschaffungsstrategien betrifft, auch neue Quellen der Seltenen Erden erschließen. Dazu gehört der inländische Abbau sowie eine Verstärkung des internationalen Handels in einem Netzwerk von zuverlässigen, demokratischen Partnern. Dabei gilt zu bedenken, dass Fortschritte nicht in einem Vakuum erzielt werden können. Es besteht ein großer Bedarf an politischen Anreizen und Regulierungsrahmen, die die obengenannten Anpassungen fördern.

1. Um Anreize für die Entwicklung innovativer und ressourcensparender technologischer Lösungen zu schaffen, müssen die geistigen Eigentumsrechte von Erfindern und Entwicklern garantiert werden. Ein Ansatz, wie dies erreicht werden kann, ist über klare und innovationsfördernde Patentprozesse. In diesem Zusammenhang können Innovationsagenturen potenziellen Gründern und Entwicklern bei ihren Patentanträgen helfen und sie anschließend bei der Durchsetzung ihrer Rechte unterstützen.
2. Gleichzeitig müssen regulatorische Hürden abgebaut werden, die der Transformation hin zu einer „Sharing Economy“ im Weg stehen. Dazu gehören zum Beispiel politische Maßnahmen wie Steuervorteile für Benutzer von Sharing-Diensten oder die Erleichterung der regulatorischen Anforderungen an Anbieter solcher Dienstleistungen. Unabhängig von der potenziellen politischen Unterstützung kann die Transformation jedoch nicht staatlich forciert werden sondern muss von den Verbrauchern gebilligt und getragen werden.
3. Abschließend wird die internationale Zusammenarbeit mit zuverlässigen Partnern mit ähnlichen Werten in Zukunft weiter an Bedeutung hinzugewinnen. Dies gilt sowohl für die Beschaffung kritischer Rohstoffe als auch den Technologieaustausch. Die geopolitischen Herausforderungen dieses Jahrhunderts können nur durch Zusammenarbeit und geteilte Zielsetzungen erreicht werden. Es ist daher im Interesse Europas, seine Handelsnetzwerke weiter zu stärken und zu diversifizieren und den internationalen Freihandel mit zuverlässigen Partnern zu unterstützen.

Angesichts der enormen Bedeutung einer kontinuierlichen und zuverlässigen Versorgung mit knappen Rohstoffen für die Industrie muss der europäische Regulierungsrahmen an die neuen Realitäten angepasst werden. Die Rohstoff- und Handelspolitik muss sich verstärkt dem Thema Zirkularität widmen – nicht nur wegen des Klimas und der ökologischen Nachhaltigkeit, sondern auch, um die politische und wirtschaftliche Souveränität des Westens auf lange Sicht zu sichern. Die aktuellen Finanzierungsprogramme der EU und der Mitgliedsstaaten sind daher ein guter erster Schritt. Jedoch müssen sowohl die Geschwindigkeit als auch die verfügbaren Mittel gesteigert werden, um das Risiko einer potenziellen politischen Erpressung durch China und andere Wettbewerber in einem Umfeld steigender geopolitischer Spannungen zu verringern.

Dr. Nele Fabian

European Affairs Manager,
FNF Europe

Maximilian Luz Reinhardt

Referent für Wirtschaft und Nachhaltigkeit,
Liberales Institut der
Friedrich-Naumann-Stiftung für die Freiheit



Über die Autorinnen und Autoren



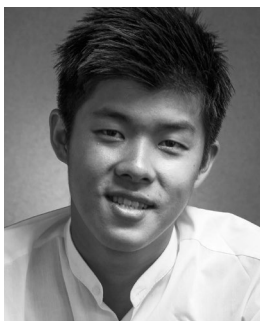
Susanne Langsdorf

ist als Senior Fellow für das Ecologic Institut tätig. Sie arbeitet an Projekten zu Ressourcen- (effizienz) und Umweltgovernance sowie Urbanisierung und Transformationsprozessen. Ihr regionaler Fokus liegt auf Europa und China.



Dr. Aissa Rechlin

Als Fellow mit geowissenschaftlichem Hintergrund beschäftigt sich Dr. Aissa Rechlin am Ecologic Institut mit Ressourcennutzung. Ihre Schwerpunkte umfassen Ressourcennutzung und -effizienz in der Kreislaufwirtschaft, sowie Umweltgovernance und Transformationsprozesse.



Ken Morotomi

studiert Volkswirtschaftslehre und Deutsch am Williams College (USA) mit einem starken Fokus auf Wirtschaft und Nachhaltigkeit. Als Praktikant unterstützte er das Ecologic-Team bei der Erstellung des Berichtes.

