

1. Policy Paper: Deutschland 2049 - Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Rohstoffwirtschaft



**rohstoffwende
deutschland 2049**

Darmstadt,
22. Juli 2015

Autorinnen und Autoren

Dr. Matthias Buchert
Stefanie Degreif
Katja Hünecke
Andreas Manhart
Gerhard Schmidt
Falk Schulze
Dr. Hartmut Stahl

Geschäftsstelle Freiburg

Postfach 17 71
79017 Freiburg

Hausadresse

Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg
Telefon +49 761 45295-0

Büro Berlin

Schicklerstraße 5-7
10179 Berlin
Telefon +49 30 405085-0

Büro Darmstadt

Rheinstraße 95
64295 Darmstadt
Telefon +49 6151 8191-0

info@oeko.de
www.oeko.de

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	II
Tabellenverzeichnis	II
1. Deutschland braucht die Rohstoffwende	1
2. Das Rohstoffwendeprojekt Deutschland 2049 des Öko-Instituts	2
3. Rohstoffspezifische Ziele für die Rohstoffwende	5
3.1. Die soziale Herausforderung	6
3.1.1. Ein Methodenvorschlag zur Bestimmung der sozialen High Impacts/Risiken	6
3.1.2. Beispiel-Rohstoffe Eisen und Kobalt in Bezug auf die sozialen Kategorien	7
3.2. Die ökologische Herausforderung	7
3.3. Einstufungen von Beispielrohstoffen	8
3.4. Rohstoffspezifische Ziele	9
3.4.1. Entwicklung von Zielen anhand der Beispiele Stahl und Kobalt	10
4. Zwischenfazit: notwendige Eckpunkte für eine Rohstoffwende	11
4.1. Business-As-Usual-Szenario	12
4.2. Rohstoffwende-Szenario	13
4.3. Unterschiedliche Annahmen in den Szenarien am Beispiel Mobilität	13
5. Instrumente für eine Rohstoffwende: ein Ausblick	14
6. Wie geht es weiter?	17
7. Anhang 1: Rohstoffe im Fokus von Deutschland 2049	18
8. Anhang 2: Ausgewählte Ressourcenprojekte des Öko-Instituts	20
9. Anhang 3: Präsentationen des ersten Projektworkshops	22

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Vielfältige Herausforderungen für die Rohstoffwende	2
Abbildung 2-2:	Projektschwerpunkte und Szenarientwicklung	4
Abbildung 2-3:	Rohstoff-Fokus der Rohstoffwende Deutschland 2049	5
Abbildung 3-1:	Beispiel-Rohstoffe und Bewertungen in den Kategorien	9
Abbildung 3-2:	Ausgewählte High Impacts bei Stahl und Kobalt	10
Abbildung 4-1:	Das Rohstoffwendeszenario	11
Abbildung 4-2:	Angebot und Nachfrage im Kontext der Rohstoffketten und Bedürfnisfelder	12
Abbildung 4-3:	Angebot- und Nachfrageseite am Beispiel Bedürfnisfeld Mobilität	14
Abbildung 5-1:	Strategische Ableitung von Instrumenten	15
Abbildung 5-2:	Beispiele für rohstoffspezifische Instrumente (Beispiel Kies und Neodym)	16
Abbildung 6-1:	Projektablauf	17

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	Nachhaltigkeitssäulen und ihre Kategorien	5
Tabelle 4-1:	Szenario-Annahmen am Beispiel Mobilität	13

1. Deutschland braucht die Rohstoffwende

Der 1973 gedrehte Kinofilm „...Jahr 2022, die überleben wollen...“ (US-Originaltitel „Soylent Green“) beginnt wie ein Diavortrag mit einer Abfolge von Bildern ausgehend vom Beginn der industriellen Revolution: die ersten Dampfeisenbahnen, die ersten Autos, immer mehr und modernere Autos, Wolkenkratzer, riesige Autobahnknoten, Hochspannungsleitungen usw. Die zunächst langsame Bildabfolge beschleunigt sich zunehmend – sinnbildlich für die fortlaufend rasantere Industrialisierung und dem Verbrauch von natürlichen Ressourcen. Als das Auge den ständig schnelleren Bildwechseln nicht mehr folgen kann, ändert sich die Szene abrupt: ein dunkles Treppenhaus voller schlafender Menschen in New York im Jahr 2022. Der Klimawandel sorgt in dieser Zukunft auch nachts für unerträglich heißes Klima, die natürlichen Ressourcen sind weitgehend aufgebraucht und die Menschen müssen sich überwiegend von der synthetischen Nahrung „Soylent Green“ ernähren – angeblich aus dem Plankton der Ozeane hergestellt. Erst am Ende des Films kommt die schreckliche Wahrheit ans Licht....

Cineastische Übertreibung zum Zwecke der Unterhaltung? Eine zugespitzte Vision, ein Jahr nach dem Erscheinen der „Grenzen des Wachstums“ vom Club of Rome? Sicherlich von allem etwas!

Heute, im Jahr 2015 können wir davon ausgehen, dass bis 2022 eine Alptraumwelt wie im eingangs beschriebenen Film nicht Realität werden wird. Der eigentliche Kern des Films ist jedoch immer noch hochaktuell: die beschleunigte Ausbeutung natürlicher Ressourcen und die damit verbundenen massiven Umweltbelastungen und sozialen Verwerfungen haben von 1973 bis 2015 tatsächlich deutlich zugenommen. Aber wie hat sich seit 1973 bis heute wirklich die Welt verändert und die Ausbeutung der natürlichen Ressourcen beschleunigt? Nur ein paar wenige Schlüsselzahlen hierzu: Die globale Stahlproduktion wuchs von rund 625 Mio. Tonnen (1973) auf 1,6 Mrd. Tonnen (2013). Die Zementproduktion versechsfachte sich nahezu von rund 708 Mio. Tonnen (1973) auf rund 4,18 Mrd. Tonnen (geschätzt für 2015). Die jährlichen globalen Treibhausgasemissionen verdoppelten sich seit 1973 von rund 30 Mrd. Tonnen Kohlendioxidäquivalenten auf heute rund 60 Mrd. Tonnen.

Und das ungeachtet der bereits in der Rio Deklaration von 1992 (Agenda 21) betonten Notwendigkeit, eine effiziente Ressourcenplanung unter Einbeziehung der sozialen Dimension voranzutreiben.

„Es ist geboten, ausgehend von den spezifischen Gegebenheiten des jeweiligen Landes wirtschaftspolitische Reformen vorzunehmen, die für eine effiziente Ressourcenplanung und -nutzung zu Gunsten der nachhaltigen Entwicklung im Rahmen einer soliden Wirtschafts- und Sozialpolitik sorgen, ...“ [Agenda 21, Rio Declaration, 1992]

Aber zu wenig deutet bislang darauf hin, dass die Entwicklung in den nächsten Jahrzehnten entscheidend in eine nachhaltige Richtung geführt wird. Industrieländern wie Deutschland kommt für die Entwicklung der nächsten Jahrzehnte eine besondere Verantwortung zu. Einerseits treiben sie durch die hohe Nachfrage nach Rohstoffen die nicht nachhaltige Entwicklung weiter voran – auch wenn die Schwellen- und Entwicklungsländer hierbei ständig „aufholen“. Andererseits können sie durch technologische, gesellschaftliche und politische Entwicklungen Trends initiieren, die für eine nachhaltige Entwicklung global unabdingbar sind: die Energiewende in Deutschland ist hierfür eine weltweit mit Spannung verfolgte Vorlage.

Darüber hinaus steht aber Deutschland als eines der größten Industrienationen der Erde auch in der Verantwortung, seinen Rohstoffbedarf nachhaltig zu gestalten. Denn Deutschland verbraucht im Vergleich zu seiner Einwohnerzahl überproportional Rohstoffe. Entsprechend ist das Öko-

Institut der Überzeugung, dass Deutschland hier seiner Verantwortung gerecht werden und die Anstrengungen hin zu einer nachhaltigen Rohstoffwirtschaft im eigenen Land und weltweit verstärken muss. Ziel muss die Rohstoffwende sein. Das Öko-Institut untersucht daher mit eigenen Mitteln beispielhaft für Deutschland die Möglichkeiten und Herausforderungen für die Rohstoffwende mit Langfristperspektive (2049) und den damit verbundenen Auswirkungen im In- und Ausland.

2. Das Rohstoffwendeprojekt Deutschland 2049 des Öko-Instituts

Im Rahmen des Eigenprojektes „Rohstoffwende Deutschland 2049“ erarbeitet das Öko-Institut seit Sommer 2014 eine umfassende Strategie zur Rohstoffwende, die den Gesamtblick im Auge behält und gleichzeitig rohstoffspezifische Einzelziele in den Bereichen Ökologie und Soziales entwickelt. Bis 2016 soll ein umfassender strategischer Beitrag für eine langfristige Rohstoffwende in Deutschland bis 2049 geleistet werden. Das Hauptziel der Rohstoffwende bis 2049 (und darüber hinaus) ist dabei die Verringerung der negativen ökologischen und sozialen Auswirkungen von Rohstoffgewinnung, Rohstoffverarbeitung und Rohstoffnutzung. Auf Basis zweier Szenarien (Business-As-Usual versus Rohstoffwende) sollen die Auswirkungen der identifizierten Ziele und erarbeiteten Maßnahmen und Instrumente dargestellt werden.

Neben den komplexen ökonomischen und ökologischen Herausforderungen adressiert das Projekt Deutschland 2049 gleichermaßen die sozialen Aspekte wie Kinderarbeit, Arbeitssicherheit sowie weitere menschenrechtliche Risiken in der globalen Rohstoffwirtschaft. Aufgrund der hohen Relevanz des Themas finanziert das Öko-Institut das Projekt Deutschland 2049 ausschließlich mit eigenen Mitteln.

Abbildung 2-1: Vielfältige Herausforderungen für die Rohstoffwende



Quelle aller Bilder: Öko-Institut e.V.

Das Thema Ressourcen und Rohstoffe ist überwiegend global zu betrachten, weil viele Zusammenhänge in diesem Sektor eine rein lokale oder nationale Betrachtung gar nicht zulassen. Dennoch können (und müssen) alle drei Entscheidungs- und Handlungsebenen zusammenwirken, um ein schlüssiges Gesamtkonzept zu bilden. Viele wichtige Initiativen zu Ressourcen und Rohstoffen sind bereits auf lokaler, nationaler und internationaler Ebene auf den Weg gebracht worden:

- Lokale Ebene (u.a. Akteursplattform Ressourceneffizienz Baden-Württemberg, Effizienzagentur NRW)
- Nationale Ebene (u.a. ProgRes, DERA, BMBF-Programme, VDI ZRE Zentrum Ressourceneffizienz GmbH)

- Internationale Ebene (u.a. ERECON, EU Raw Materials Initiative, EIP on Raw Materials, UNEP Resource Panel)
- Wirtschaftliche Stakeholder (u.a. Aluminium Stewardship Initiative, Daimler Sustainability Dialogue)

Das Öko-Institut selbst hat in der Vergangenheit bis heute zahlreiche Projekte zu diversen Aspekten im Ressourcenbereich auf den unterschiedlichsten Ebenen bearbeitet. Eine Auswahl der Öko-Institut-Projekte zu Ressourcenthemen findet sich im Anhang 2, dazu weiterführende Weblinks.

Die genannten Initiativen und Projekte leisten einen wichtigen Beitrag für eine nachhaltige Entwicklung. Die Diskussionen sind aber häufig auf Einzelaspekte der Rohstoffwirtschaft fokussiert, verfolgen nicht selten umstrittene Ein-Indikatorenkonzepte (MIPS, BIP-Einheit in Euro pro Tonne Rohstoffanspruchnahme gesamt usw.) oder adressieren oft nur die ökonomische Dimension (Preisabhängigkeit, Rohstoffverknappung).

Die gängige Methode zur Messung der Kritikalität von Rohstoffen (auf Basis der Versorgungsrisiken) ist zurzeit vor allem auf die ökonomische Dimension beschränkt. Dieses Kritikalitätskonzept der ökonomischen Sichtweise greift zu kurz - denn Rohstoffe haben aus Nachhaltigkeits-sicht deutlich vielfältigere Auswirkungen. Im Folgenden werden einige Schlaglichter genannt:

- Der Goldbergbau verursacht 42 % der weltweiten Quecksilberemissionen.
- 3 der 10 weltweit am schlimmsten verschmutzten Orte wurden durch Bergbau und/oder Erzverhüttung kontaminiert, 10 der Dirty Thirty sind diesen beiden Kategorien zugeordnet¹.
- Alleine die weltweite Produktion von Stahl und Zement verursacht ca. 5,7 Mrd. t CO_{2eq.}, das sechsfache der bundesrepublikanischen Gesamtmenge.
- In mehreren Ländern steht der Abbau von Erzen nachweislich im Zusammenhang mit bewaffneten Konflikten.
- Weltweit sind ca. 15 Mio. Menschen im artisanalen Kleinbergbau tätig.
- Für zahlreiche Entwicklungs- und Schwellenländer sind Erze das wichtigste Exportgut (Botswana: 91,6 %, DR Kongo 81,5 %, Mongolei: 74,6 %, Chile: 61,6 %). Der Sektor Mining ist für 15 % des Nationalprodukts Namibias, aber für 50 % des Außenhandels-einkommens verantwortlich².

Das Rohstoffwendeprojekt Deutschland 2049 will die Ebene der eindimensionalen Betrachtung (Preisrisiken, Verknappung) und der Einzelaspekte verlassen und einen umfassenden Blick in die Zukunft aus Rohstoffsicht wagen. Die Projektschwerpunkte für Deutschland 2049 und Szenarien werden schematisch in der Abbildung unten aufgezeigt.

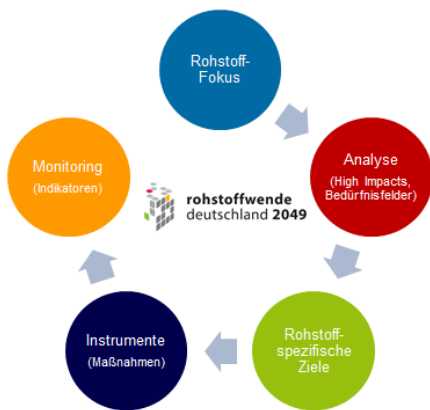
¹ Blacksmith Institute: The World's Worst Polluted Places. - September 2007, A Project of the Blacksmith Institute, The Top Ten of The Dirty Thirty, New York 2007

² <https://www.cia.gov/library/publications/resources/the-world-factbook/docs/notesanddefs.html?fieldkey=2116&term=Economy%20-%20overview>

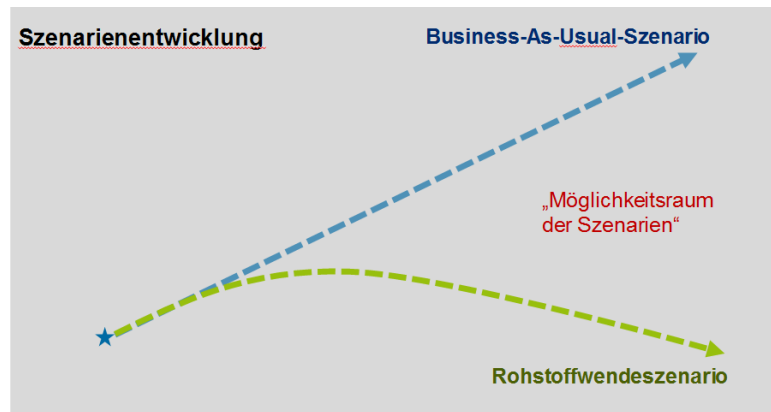
In der Startphase des Projektes (Sommer 2014 bis Frühjahr 2015) wurden bereits erste rohstoff-spezifische Ziele, Instrumente und Indikatoren erarbeitet und in einem Workshop mit Vertretern aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft intensiv diskutiert.³

Für die beiden Szenarien Business-As-Usual und Rohstoffwende wurden ebenfalls Annahmen entwickelt. Im Anschluss an die Startphase geht das Projekt nun in die vertiefte Analysephase. Die weiteren Projektschritte werden in Kapitel 6 erläutert.

Abbildung 2-2: Projektschwerpunkte und Szenarientwicklung

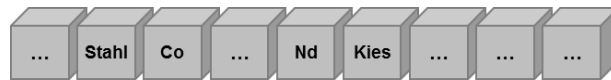


Quelle: Darstellung Öko-Institut



Quelle: Darstellung Öko-Institut

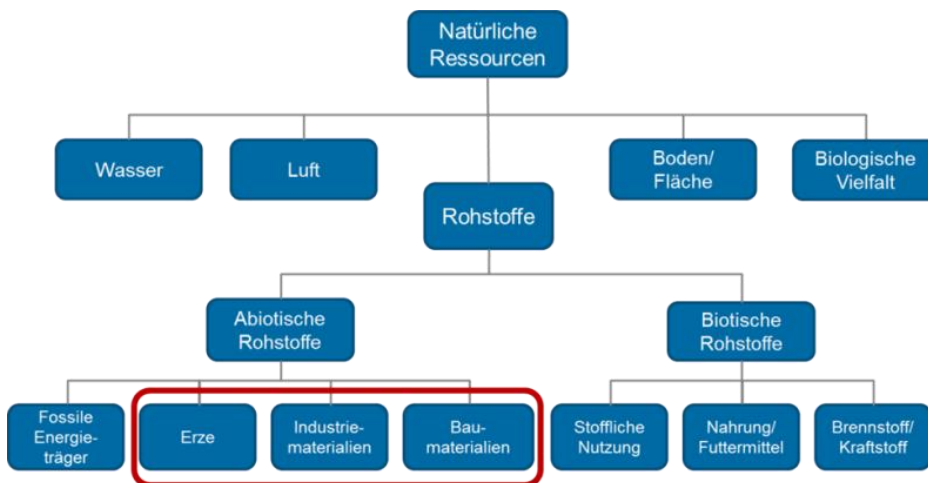
Exkurs: Rohstoff-Fokus



Der Rohstoff-Fokus von Deutschland 2049 liegt auf den abiotischen Rohstoffen Erze, Industriematerialien und Baumaterialien (siehe Abbildung unten). Es handelt sich dabei um 75 Rohstoffe, die ein breites Spektrum an Charakteristika hinsichtlich ihrer Primärgewinnung, aber auch hinsichtlich ihrer Nutzung und des Recyclings aufweisen. So werden Erze fast ausschließlich im Ausland abgebaut und die Metalle entweder als Konzentrat oder in Form von Barren oder Halbzeugen importiert. Bei Industriemineralien liegt zumindest ein Teil der Gewinnung innerhalb Deutschlands. Bei Baumaterialien ist wiederum der räumliche Abstand zwischen Gewinnung und Einsatz meist sehr gering. Eine detailliertere Auflistung der 75 Rohstoffe im Scope des Projektes ist im Anhang 1 dargestellt.

³ Die Präsentationen des Workshops stehen auf der Projektwebsite <http://www.resourcefever.org/project/items/germany-2049-on-the-path-to-sustainable-raw-materials-management.html> zur Verfügung. (Genauere Informationen siehe auch Anhang 3)

Abbildung 2-3: Rohstoff-Fokus der Rohstoffwende Deutschland 2049



Quelle: Darstellung Öko-Institut in Anlehnung an ProgRes

3. Rohstoffspezifische Ziele für die Rohstoffwende

Anhand der drei Nachhaltigkeitssäulen Ökonomie, Ökologie und Soziales werden die Auswirkungen bzw. die Risikopotenziale der einzelnen Rohstoffe analysiert. Die sehr relevanten Auswirkungen/Risiken werden als „High Impacts“ bezeichnet. Innerhalb der drei Nachhaltigkeitssäulen wurden einzelne Kategorien zur Analyse ausgewählt, die in folgender Tabelle beispielhaft aufgeführt werden.

Tabelle 3-1: Nachhaltigkeitssäulen und ihre Kategorien

Nachhaltigkeitssäule	Kategorien
Ökonomische Säule	Versorgungsrisiken
	Ökonomische Bedeutung für die europäische Volkswirtschaft
Ökologische Säule	Treibhausgasemissionen
	Biodiversität
	Wasserverbrauch
	Flächenverbrauch
	Schadstoffemissionen
	Weitere ökologische Kategorien
Soziale Säule	Arbeitssicherheit & Kinderarbeit
	Korruption & Governance
	Gewalttätige Konflikte

Quelle: Zusammenstellung Öko-Institut

Wird ein Rohstoff in einer Kategorie als „High Impact“ bewertet, werden hierzu rohstoffspezifische Ziele erarbeitet. Die untersuchten Rohstoffe weisen dabei nicht alle unterschiedliche Charaktereigenschaften auf, sondern können nach ihrer Art gruppiert werden. Anhand von Beispielrohstoffen werden anschließend rohstoffspezifische Ziele erstellt. Die Notwendigkeit eines rohstoffspezifischen Vorgehens kann anhand eines einfachen Vergleiches der Probleme bei Seltenen Erden sowie bei Eisen/Stahl verdeutlicht werden: Während bei der Wertschöpfungskette Eisen- und Stahlproduktion (Massenmetall) bereits eine Reihe von Umwelteffizienzpotenzialen ausgeschöpft sind, ist die Förderung und Aufbereitung von Seltenen Erden (Technologiemetalle mit vergleichbarer geringer globaler Produktionsmenge) noch mit z.T. extremen und relativ leicht vermeidbaren Umweltauswirkungen verbunden. Insofern müssen bei Eisen/Stahl Ziele zur Begrenzung des absoluten Verbrauchs angedacht werden. Umgekehrt erscheinen bei Seltenen Erden Ziele zur verbesserten Primärgewinnung vergleichsweise wirkungsvoller und angemessener.

Für die Bewertung der Kategorien der ökonomischen Säule wird sich an dem „Report on Critical Raw Materials for the EU“ orientiert, der 2014 von der Europäischen Kommission veröffentlicht wurde (http://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical/index_en.htm). Die Kategorien der ökologischen Säule werden anhand von bereits vorliegenden Ökobilanzdaten sowie über fallspezifische Betrachtungen bewertet. Eine Methode für die Bewertung der sozialen Säule erarbeitet das Öko-Institut. In den folgenden Kapiteln werden die beiden Nachhaltigkeits Säulen Soziales und Ökologie näher beleuchtet.

3.1. Die soziale Herausforderung

3.1.1. Ein Methodenvorschlag zur Bestimmung der sozialen High Impacts/Risiken

Startpunkt für die Methodenerarbeitung sind die Kriterien des Social Life Cycle Assessment (sLCA) der UNEP. Hier wurden charakteristische Problemfelder identifiziert zum einen für den artisanalen Kleinbergbau⁴ und zum anderen für den industriellen Großbergbau⁵. Demnach sind die sozialen Risiken besonders hoch, wenn a) ein Rohstoff im artisanalen Kleinbergbau gewonnen wird; b) Der Abbau in einem undemokratischen und/oder korrupten Umfeld stattfindet (v.a. im Großbergbau); c) der Abbau in Verbindung mit gewalttätigen Konflikten steht (die gilt sowohl im Klein- als auch im Großbergbau). Die soziale Nachhaltigkeitssäule definiert sich über drei Kategorien.



Arbeitssicherheit & Kinderarbeit: Hierunter fallen neben Arbeitssicherheit und Kinderarbeit auch Zwangsarbeit und soziale Sicherheit. In der Bewertung wird sich über den Anteil des artisanalen Kleinbergbaus an der Weltförderung genähert.



Korruption & Governance: Neben Korruption und Governancestruktur wird der Ausgleich mit benachbarten Bevölkerungsgruppen betrachtet. Die Bewertung dieser Kategorie richtet sich an den Korruptions- und Governance-Indikatoren der Förderländer.



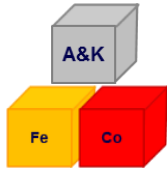
Gewalttätige Konflikte: Eine Bewertung wird aufgrund der Existenz von gewalttätigen Konflikten mit Rohstoffbezug vorgenommen.

⁴ Safe & healthy working conditions, Abolition of forced labour, Abolition of child labour, Social security, Respect of human rights, Prevention & mitigation of armed conflicts

⁵ Safety & healthy living conditions, Respect of indigenous rights, Community engagement, Employment creation, Anti-corruption efforts, Non-interference in sensitive political issues, Transparent business information

3.1.2. Beispiel-Rohstoffe Eisen und Kobalt in Bezug auf die sozialen Kategorien

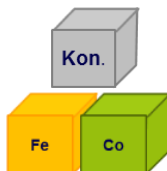
Anhand der Beispiel-Rohstoffe Eisen und Kobalt wird im Folgenden die Bewertung der sozialen High Impacts veranschaulicht.



Der Anteil des artisanalen Kleinbergbaus an der Weltprimärförderung liegt bei Eisen bei 4 % und bei Kobalt bei 30 %. In der Bewertung wird Kobalt daher in der sozialen Kategorie „Arbeitssicherheit und Kinderarbeit“ als sehr relevant (rote Einfärbung) eingestuft während Eisen als bedingt relevant (orangefarbene Einfärbung) eingeordnet wird.



Die Korruptionskontrolle⁶ der jeweils drei wichtigsten Förderländer liegt bei Eisen im Durchschnitt bei 64 % (China 39 %, Australien 96 %, Brasilien 56 %) und bei Kobalt bei durchschnittlich 46 % (DR Kongo 4 %, Kanada 95 %, China 39 %). Sowohl Eisen als auch Kobalt werden als bedingt relevant (orangefarbene Einfärbung) eingestuft.



Das Risiko von bewaffneten Konflikten wird einer qualitativen Bewertung unterzogen. Bei der Eisenerzförderung ist der Verdacht auf Konfliktfinanzierung in Mexiko in Veröffentlichungen zu verzeichnen. Ebenfalls sind Berichte über Konflikte um den Zugriff auf Eisenerz im Sudan publiziert. Daher wird Eisen als bedingt relevant (orangefarbene Einfärbung) eingestuft. Die Kobaltförderung steht derzeit nicht im Verdacht mit gewalttätigen Konflikten in Zusammenhang zu stehen. Daher wird Kobalt in dieser Kategorie als wenig relevant (grüne Einfärbung) eingestuft.

In diesem Beispiel wird Kobalt in der Kategorie Arbeitssicherheit und Kinderarbeit als High Impact eingestuft.

3.2. Die ökologische Herausforderung

Die ökologische Nachhaltigkeitssäule umfasst Kategorien wie z.B. Treibhausgasemissionen, Biodiversität, Wasserverbrauch, Flächenverbrauch, verschiedene Schadstoffemissionen und weitere ökologische Risiken wie beispielsweise der Radioaktivität. Die Kategorien der ökologischen Säule werden anhand von bereits vorliegenden Ökobilanzdaten sowie fallspezifischen Betrachtungen bewertet.

Im Folgenden wird die Bewertung der ökologischen Säule an zwei Beispielen erläutert: zum einen anhand einer impact-bezogenen Betrachtung am Beispiel GWP und zum anderen anhand einer rohstoffbezogenen Betrachtung am Beispiel Kobalt.

⁶ 100% Korruptionskontrolle ist maximale Einstufung: 100% Kontrolle gegen Korruption

Impact-bezogene Betrachtung am Beispiel GWP:

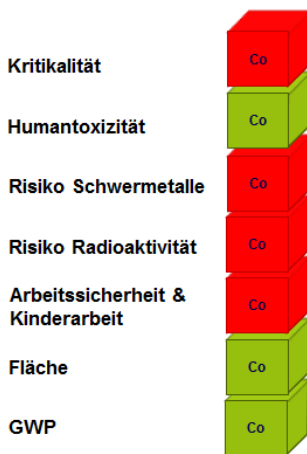


Die Treibhausgasemissionen (GWP) bei der Primärförderung sind als relevant (rote Färbung) eingestuft bei Aluminium, Stahl und Zement. Diese drei Rohstoffe verursachen bei ihrer Primärproduktion über 90 % des deutschen Gesamt-GWPs der verbrauchten Primärrohstoffe. Dabei ist zu beachten, dass sowohl Stahl als auch Zement zu 100 % innerdeutsch produziert werden und Aluminium zu 40 %. Als wenig relevant (grüne Einfärbung) ist z.B. Kobalt eingestuft.

Im oben beschriebenen Beispiel wird Aluminium, Stahl und Zement in der Kategorie GWP mit einem High Impact bewertet.

Rohstoff-bezogene Betrachtung am Beispiel Kobalt:

In der rohstoffbezogenen Betrachtung wird ein Rohstoff durch die einzelnen Kategorien dekliniert.



Bezogen auf Kobalt werden die ökologischen Kategorien beispielhaft folgendermaßen eingestuft:

Humantoxizität, Fläche und GWP sind wenig relevant (grüne Einfärbung).

Dagegen werden die Risiken der Schwermetallbelastung und Radioaktivitätsbelastung als sehr relevant (rote Einfärbung) und damit als High Impact eingestuft.

Außerhalb der ökologischen Nachhaltigkeitssäule, aber ebenfalls als sehr relevant eingestuft wird die Versorgungssicherheit (Kritikalität) sowie das Risiko der Arbeitssicherheit und Kinderarbeit.

3.3. Einstufungen von Beispielrohstoffen

Zur übersichtlichen und schnellen Veranschaulichung der High Impacts werden die Einstufungen der jeweiligen Rohstoffe in den unterschiedlichen Kategorien in einem Schaubild dargestellt (siehe Abbildung unten).

Abbildung 3-1: Beispiel-Rohstoffe und Bewertungen in den Kategorien

Kritikalität	Al	Stahl	Co	Au	Nd	Kies	Zement
Humantoxizität	Al	Stahl	Co	Au	Nd	Kies	Zement
Risiko Schwermetalle	Al	Stahl	Co	Au	Nd	Kies	Zement
Risiko Radioaktivität	Al	Stahl	Co	Au	Nd	Kies	Zement
Arbeitssicherheit & Kinderarbeit	Al	Stahl	Co	Au	Nd	Kies	Zement
Fläche	Al	Stahl	Co	Au	Nd	Kies	Zement
GWP	Al	Stahl	Co	Au	Nd	Kies	Zement

Quelle: Darstellung Öko-Institut

Anhand dieser Abbildung wird deutlich, dass Rohstoffe ganz unterschiedlich zu bewerten sind und somit rohstoffspezifische Strategien und Ziele notwendig sind.

3.4. Rohstoffspezifische Ziele

Wie das dargestellte Beispiel zeigt, sind unterschiedliche Materialien/Stoffe mit einem charakteristischen Fingerprint an Wirkungen verbunden. Generelle, für alle Materialien/Stoffe gleich definierte Zielsetzungen gehen daher überwiegend am Ziel vorbei. Rohstoffspezifische Ziele sind notwendig, da die ökonomischen, ökologischen und sozialen Effekte der Nachfrage nach unterschiedlichen Materialien/Rohstoffen sehr unterschiedlich sind. Die rohstoffspezifischen Ziele werden daher nach den Charakteristika der High Impacts der jeweiligen Materialströme abgeleitet.

Die rohstoffspezifischen Ziele sind notwendige Voraussetzung zur Operationalisierung von Maßnahmen zur Rohstoffwende.

Aufgrund Gruppierungen ähnlicher High Impacts und ihren Charakteristika können zunächst folgende rohstoffspezifische Ziele unterteilt werden.








- Reduktion des „**absoluten Mengenverbrauchs**“ (in t)
- Reduktion der „**spezifischen Umweltbelastungen**“ (z.B. radioaktive Risiken)
- Reduktion der **sozialen** Risiken (z.B. Verbesserung der spezifischen Primärverkette)
- Reduktion der **ökonomischen** Risiken (Vermeidung der Verknappungen von Rohstoffen)

Anhand von repräsentativen Rohstoffen werden anschließend Ziele erarbeitet. Zur Veranschaulichung wird im folgenden Unterkapitel die Entwicklung von rohstoffspezifischen Zielen für Stahl und Kobalt dargestellt.

3.4.1. Entwicklung von Zielen anhand der Beispiele Stahl und Kobalt

Im Folgenden werden die Rohstoffe Stahl und Kobalt beispielhaft untersucht. Zunächst werden die High Impacts bewertet, wie in folgender Abbildung dargestellt. Auf Basis dieser High Impacts erfolgt anschließend die Erarbeitung der rohstoffspezifischen Ziele.

Abbildung 3-2: Ausgewählte High Impacts bei Stahl und Kobalt

Kategorien	Stahl	Kobalt
Kritikalität		
Humantoxizität		
Risiko Schwermetalle		
Risiko Radioaktivität		
Arbeitssicherheit & Kinderarbeit		
Fläche		
GWP		
Weitere soziale und ökologische Kategorien		

Quelle: Öko-Institut

Beispiel Stahl: Wie in der obigen Abbildung dargestellt, liegen die High Impacts bei Stahl überwiegend in den ökologischen Kategorien. So sind die Humantoxizität, der absolute Flächenverbrauch und die absolute Treibhausgasbelastung in der Primärherstellung als besonders relevant eingestuft. Für das Massenmetall Stahl sollen die Ziele daher zu einer Reduktion des absoluten Mengenverbrauchs von Primärstahl führen. Eckpunkte für sinnvolle rohstoffspezifische Ziele liegen dadurch vor allem in der Substitution (Wo bestehen Möglichkeiten? Wo ist es sinnvoll?) sowie in der Verlängerung der Lebensdauer von Stahlanwendungen.

Beispiel Kobalt: Bei Kobalt liegen hingegen die High Impacts in der Versorgungssicherheit (Kritikalität), sowie dem Schwermetall- und Radioaktivitätsrisiko und dem Risiko der mangelnden Arbeitssicherheit und Kinderarbeit. Rohstoffspezifische Ziele bei Kobalt zielen daher auf eine Reduktion der spezifischen Umweltbelastungen und der sozialen sowie ökologischen Risiken. Diese könnten zum einen durch eine Reduktion der Primärgewinnung erreicht werden indem Recyclingraten v.a. bei Batterien gesteigert werden. Ein anderes Ziel liegt in der Verbesserung der spezifischen Vorkette der Primärgewinnung in den sozialen sowie ökologischen Aspekten.

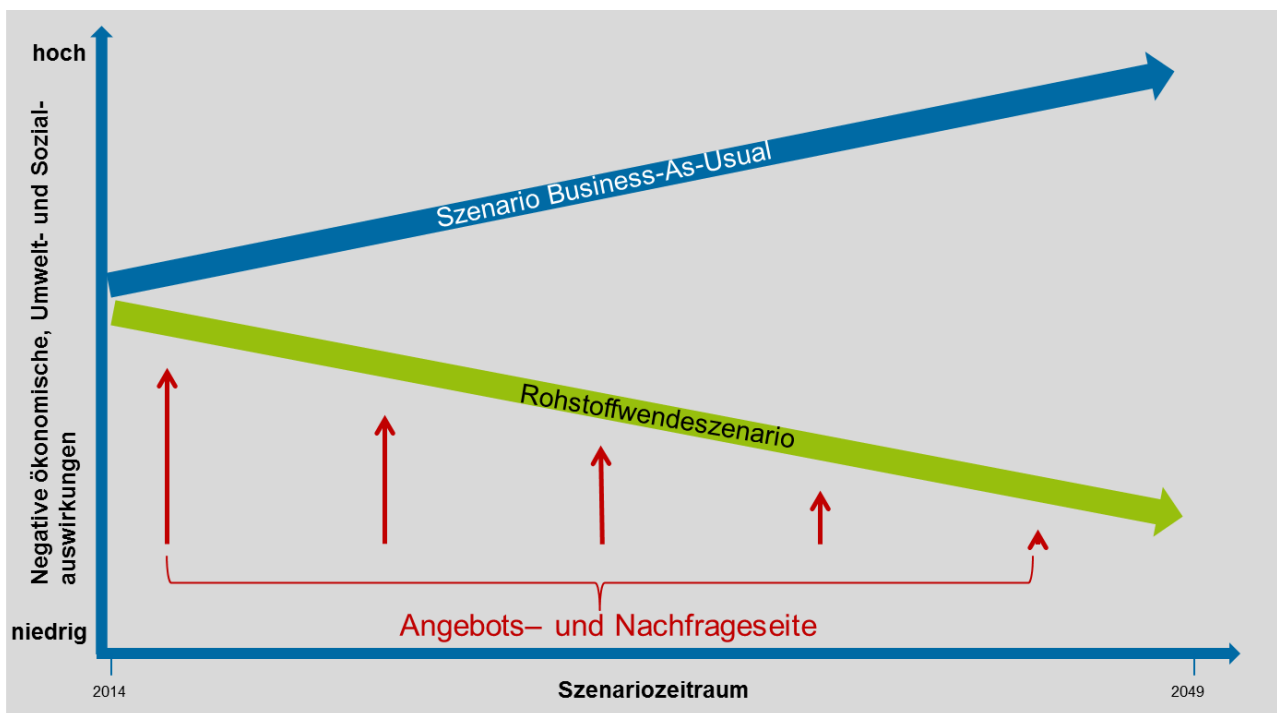
4. Zwischenfazit: notwendige Eckpunkte für eine Rohstoffwende

Viele bereits bestehende Ansätze von Szenarien fokussieren entweder nur auf die Angebots- oder nur auf die Nachfrageseite. Das Öko-Institut ist überzeugt, dass eine Rohstoffwende sowohl die Angebots- als auch die Nachfrageseite integrieren muss. Im Rahmen des Projektes werden zwei Szenarien entwickelt: das Business-As-Usual-Szenario und das Rohstoffwendeszenario.

In Abbildung 4.1 ist der Szenario-Ansatz schematisch dargestellt. Das Business-As-Usual-Szenario (blauer Pfeil) zeigt im weiteren Verlauf einen Anstieg der negativen ökonomischen, Umwelt- und Sozialauswirkungen. Beim Rohstoffwendeszenario hingegen sinken die negativen ökonomischen, Umwelt- und Sozialauswirkungen durch Maßnahmen auf der Angebots- und Nachfrageseite.

Die Angebotsseite umfasst die Rohstoffkette von der Rohstoffförderung über Rohstoffaufbereitung und Halbzeuge hin zum Endprodukt. Auf der Nachfrageseite werden die Produkte über die Bedürfnisfelder angefragt. Die Liste der Bedürfnisfelder ist vielfältig und reicht von Gesundheit, Sicherheit, Freizeit, Nahrungsmittel, Mobilität, Arbeiten, persönliches Image, Kleidung und Wohnen bis hin zu Information und Kommunikation (I&K).

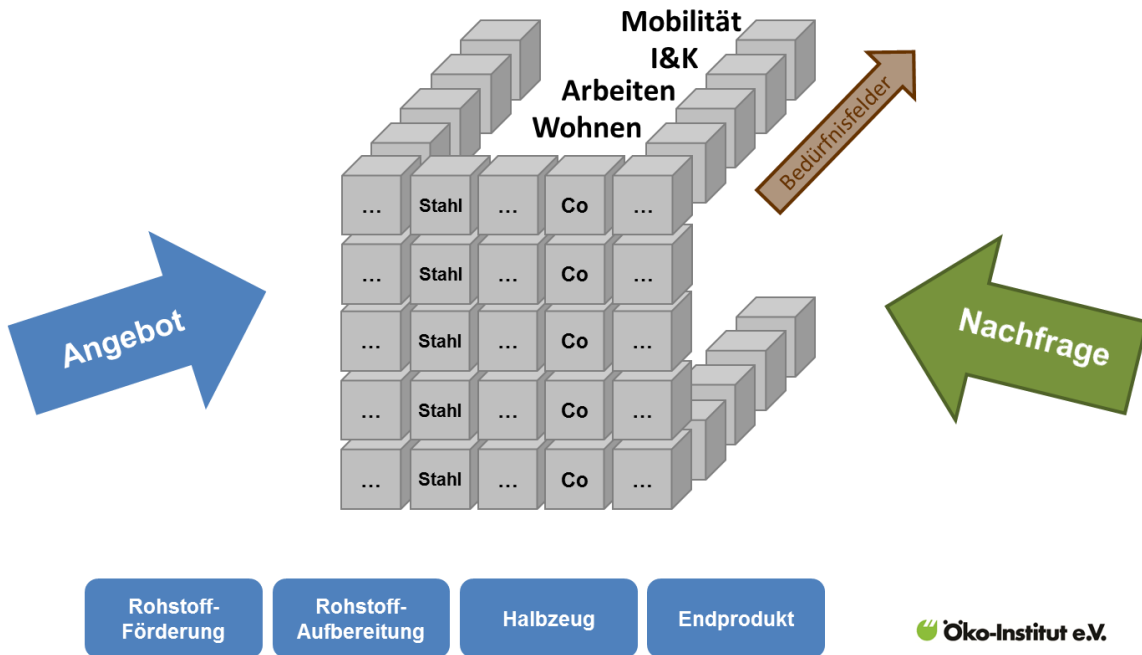
Abbildung 4-1: Das Rohstoffwendeszenario



Quelle: Darstellung Öko-Institut

Anhand der Beispiel-Bedürfnisfelder Mobilität, I&K, Arbeiten und Wohnen erarbeitet das Öko-Institut die Szenarien Business-As-Usual und Rohstoffwende bis 2049.

Abbildung 4-2: Angebot und Nachfrage im Kontext der Rohstoffketten und Bedürfnisfelder



Quelle: Darstellung Öko-Institut

Als Grundlage der Szenarientwicklung gelten folgende vier Ziele:

- Abhängigkeiten und Veränderungen der Rohstoffketten sollen ausgehend von den Bedürfnisfeldern aufgezeigt werden
- Konkrete und quantitative Rohstoffziele sollen aus den Szenarien(-ergebnissen) abgeleitet werden
- Die (ambitionierten) Entwicklungspfade sollen transparent dargestellt werden
- Die Bedeutung der Nachfragetrends sind abhängig vom Bedürfnisfeld

Die beiden Szenarienansätze werden in den folgenden beiden Kapiteln näher erläutert.

4.1. Business-As-Usual-Szenario

Im Business-As-Usual-Szenario werden neben der Festlegung wichtiger Kenndaten (Preise, BIP, Demographie etc.) folgende Annahmen zugrunde gelegt:

- „Ungestörte“ Trendfortschreibung bisheriger Entwicklungen
- Kein entscheidender Politikwechsel bzgl. Rohstoffen
- Keine massiven Änderungen der Konsumstile
- Keine zusätzlichen Effizienzgewinne; Trendentwicklungen werden fortgeschrieben.

Es handelt sich hierbei um eine Fortführung der bisherigen Entwicklungen ohne steuerndes Eingreifen.

4.2. Rohstoffwende-Szenario

Das Rohstoffwende-Szenario basiert auf folgenden Annahmen:

- Variation der Einflussgrößen durch Leitlinien, die den Trend beeinflussen
- Rohstoffnutzung unter (maximalen) Minderungen der Auswirkungen und Risiken
- Nachhaltige Rohstoffnutzung, bei der soziale und Umweltaspekte eine viel größere Rolle spielen als im BAU-Szenario.

Im Rohstoffwenden-Szenario wird aktiv steuernd Einfluss auf den Trend genommen. Neben ökonomischen Größen liegt der Fokus auf einer deutlichen Minderung der negativen sozialen und ökologischen Auswirkungen/Risiken in der Rohstoffgewinnung, -verarbeitung und -nutzung.

Die Annahmen für die Szenarien werden mit Experten und Stakeholdern diskutiert.

4.3. Unterschiedliche Annahmen in den Szenarien am Beispiel Mobilität

Am Beispiel Mobilität werden die unterschiedlichen Annahmen in den beiden Szenarien dargestellt. Im BAU-Szenario wird eine unveränderte Trendfortschreibung angenommen während im Rohstoffwendeszenario Veränderungsoptionen angenommen werden. Die Einzelannahmen sind in Tabelle 4.1 gegenübergestellt.

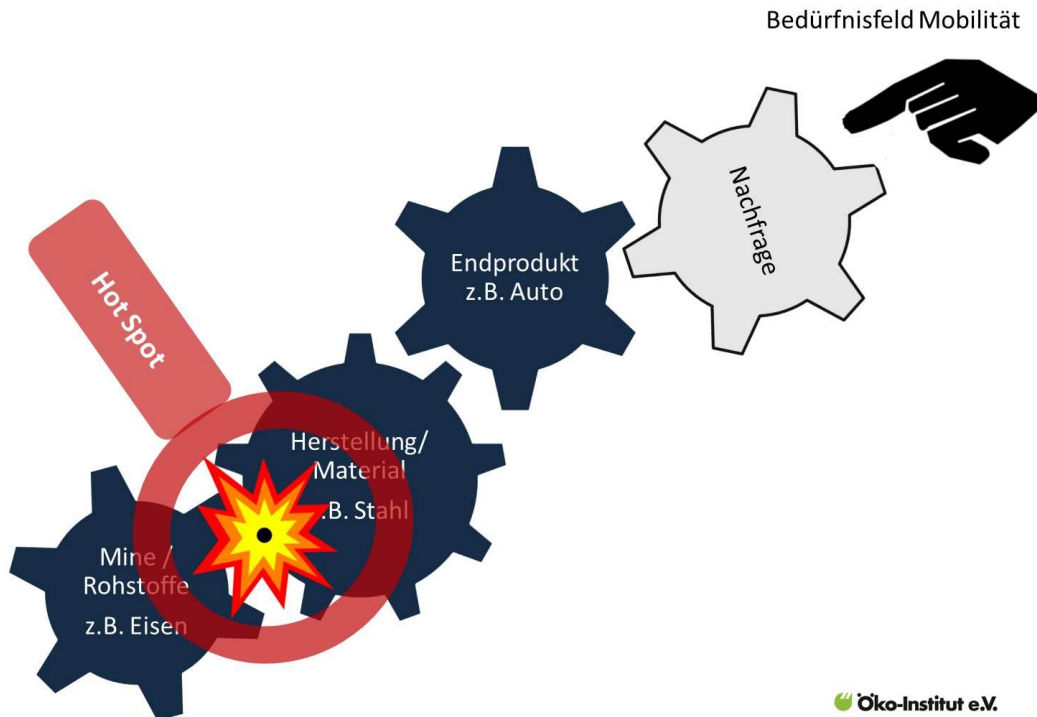
Tabelle 4-1: Szenario-Annahmen am Beispiel Mobilität

Business-As-Usual-Szenario	Rohstoffwende-Szenario
Moderate Veränderung des Modal Split	Starke Veränderung des Modal Split hin zu mehr umweltfreundlichen Verkehrsmitteln
Moderate Ausweitung von Carsharing	Stärkere Ausweitung von Carsharing
Moderate Verschiebung der Antriebstechnologien zu Elektroantrieben	Neue Antriebstechnologien: schnellere und massive Marktdurchdringung von Elektroantrieben
Nur moderate Veränderung im Pkw-Bestand	Rückgang Pkw-Bestand
Keine wesentliche Änderung der Verkehrsinfrastruktur	Wesentliche Veränderung der Verkehrsinfrastruktur: Vorrang von ÖPNV (Schiene) gegenüber Straße
Keine relevante Veränderung im Mobilitätsverhalten	Deutlich verändertes Mobilitätsverhalten
Kein Bezug von zertifizierten Rohstoffen	Veränderter Materialmix zum Bau der Verkehrsinfrastruktur und –mittel

Quelle: Annahmen Öko-Institut

In der folgenden Graphik ist die parallele Berücksichtigung sowohl der Angebots- als auch der Nachfrageseite am Beispiel des Bedürfnisfeldes Mobilität visualisiert.

Abbildung 4-3: Angebot- und Nachfrageseite am Beispiel Bedürfnisfeld Mobilität



Quelle: Darstellung Öko-Institut

5. Instrumente für eine Rohstoffwende: ein Ausblick

In den bisherigen Forschungsarbeiten auf internationaler und nationaler Ebene ist eine Vielzahl an ressourcenbezogenen Instrumentenideen generiert und eingehend analysiert worden. Vor diesem Hintergrund besteht auch ein Bedarf nach Strukturierung, Zusammenführung, Weiterentwicklung und Umsetzung des Bestandes an Forschungsergebnissen. Allein die entscheidungsorientierte Aufbereitung der bereits bestehenden umfassenden Informationsbasis stellt eine wesentliche zu bewältigende Aufgabe dar. Diese Ausgangslage ist bei der Erarbeitung von Instrumenten zu berücksichtigen. Vor diesem Hintergrund wird in dieser Projektphase zunächst keine vollständige Liste an Instrumenten erstellt, sondern eine Klassifizierung von Anforderungen erarbeitet, die wiederum von den rohstoffspezifischen Zielen abgeleitet ist.

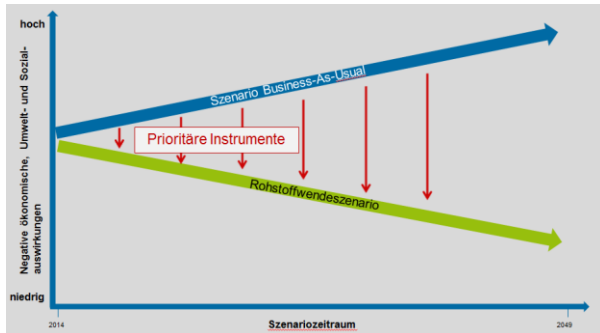
Folgende Erwägungen sind deshalb voranzustellen:

- Die Rohstoffwende braucht eine Kombination von rohstoff- mit bedürfnisfeldspezifischen Maßnahmen/Instrumenten.
- Rohstoffspezifische Ziele müssen jeweils zum Gesamtziel – der Verringerung der negativen Impacts bei der Rohstoffinanspruchnahme – beitragen.
- Die Instrumentenvorschläge richten sich nach diesen rohstoffspezifischen Zielen.

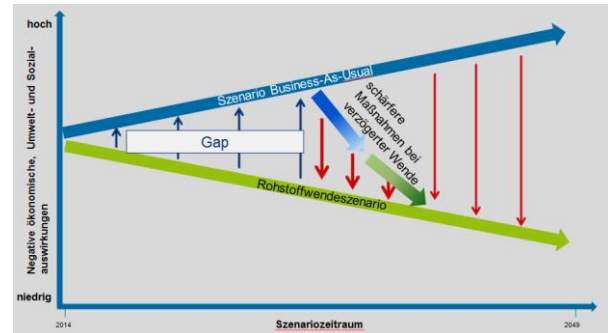
Auf der Angebotsseite könnte beispielsweise eine nachhaltige Primärgewinnung über dynamische Mindeststandards für Umwelt- und Sozialwirkungen gefördert werden. Auf der Nachfrageseite wäre eine Klassifizierung z.B. über Substitution, Lebensdauerverlängerung oder Recycling möglich. Wie in den folgenden Abbildungen dargestellt besteht das Ziel in der frühzeitigen Einführung

von Instrumenten, die schnell und effektiv negative Auswirkungen vermeiden können. Denn letztlich hat der Faktor „Zeit“ entscheidenden Einfluss auf die Erreichung der rohstoffspezifischen Ziele. Die Abbildungen verdeutlichen, dass die Schere zwischen BAU- und Rohstoffwendeszenario umso größer ist, je später die Instrumente zum Einsatz gebracht werden.

Abbildung 5-1: Strategische Ableitung von Instrumenten



Quelle: Darstellung Öko-Institut



Quelle: Darstellung Öko-Institut

Die Herausforderungen zur Gestaltung, Einführung und Implementierung adäquater Instrumente sind vielschichtig, an dieser Stelle sollen vor allem drei Aspekte hervorgehoben werden:

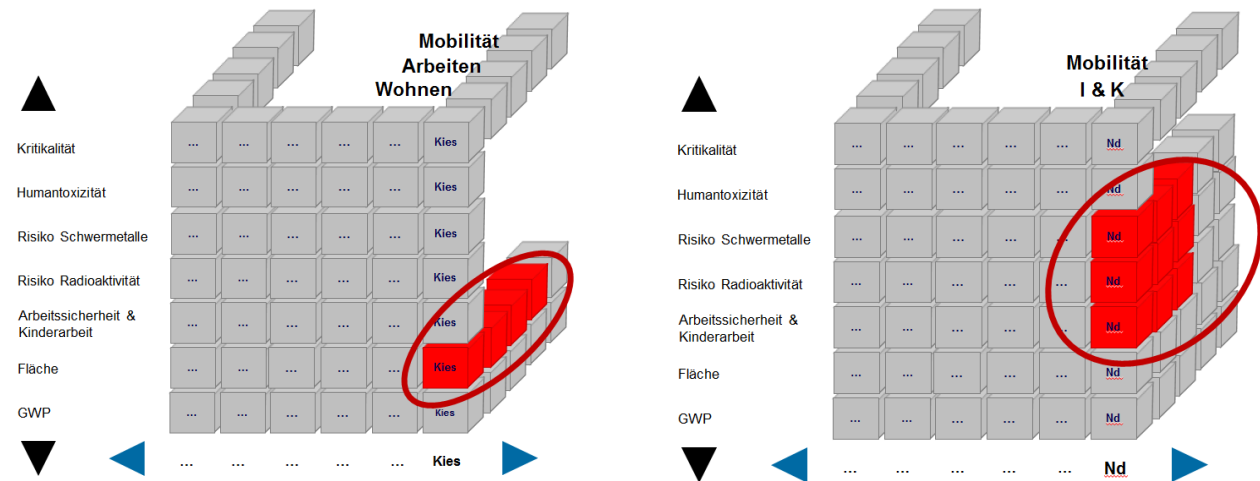
- **Steuerungsansätze:** Zunächst sind die verschiedenen Steuerungsansätze zu nennen, die den konkreten Instrumenten zugrunde liegen und von Bedeutung für die jeweilige Eingriffstiefe und rechtliche Durchdringung sind. Hierunter fallen unter anderem Informationen (z.B. Produktdeklarationen oder Berichte), freiwillige Vereinbarungen und Selbstverpflichtungen, ordnungsrechtliche Standards (z.B. Grenzwerte und Verbote), Preissteuerung (z.B. Gebühren, Steuern, Zölle auf nicht nachhaltige Rohstoffströme) sowie die Mengensteuerung (z.B. Zertifikatshandel, Bedarfsplanung z. B. bei Kies- und Sandgewinnung).
- **Regulierungsebene:** Im Bereich Ressourcenschutz und Ressourcenpolitik bewegen wir uns in einem Mehrebenensystem aus nationalen sowie europäischen Entscheidungsstrukturen und Regelungsansätzen. Dies wirkt sich vor allem auf die den EU-Mitgliedstaaten zur Verfügung stehenden Umsetzungsspielräume aus. Regelungen können letztlich national, innerhalb der Europäischen Union oder international verabschiedet werden.
- **Phasen entlang der Wertschöpfungskette:** Entlang der Wertschöpfungskette können zielgerichtete Eingriffe/Interventionen unternommen werden. Dafür wäre die Auswahl expliziter Adressaten (Zielgruppen), die Auswahl von Interventionspunkten entlang der Wertschöpfungskette (Rohstoffextraktion/-veredelung, Produktion, Gebrauchsphase, Kreislaufführung) oder die Auswahl von einzelnen Rohstoffen/Stoffströmen (z.B. Phosphor, Indium, Gallium, Seltene Erden) möglich. Letztlich wird aber kein einzelner Steuerungsansatz und kein einzelnes Steuerungsinstrument in der Lage sein, alle Ziele, Problemstrukturen, Gruppen von Akteuren oder Ressourcentypen zu adressieren, so dass stets eine geeignete Kombination zum Einsatz gelangen muss.

Wie in Kapitel 3 beschrieben werden zunächst die High Impacts der einzelnen Rohstoffe auf der Angebotsseite bestimmt, indem die Rohstoffketten untersucht werden. Auf der Nachfrageseite wird analysiert, in welchen Bedürfnisfeldern die wesentlichen Beiträge (Nachfrage) liegen. Anschließend werden geeignete Instrumente entwickelt und nach Priorität zugeordnet. Anhand von Kies und Neodym wird in den folgenden Absätzen die Erarbeitung der Instrumente dargestellt.

Beispiel 1 Kies: Kies ist ein Baumaterial, welches überwiegend lokal gewonnen und verwendet wird. Die Kiesgewinnung (Angebotsseite) verursacht eine hohe Flächeninanspruchnahme (high impact). Ein *rohstoffspezifisches Ziel* lautet daher, die Flächeninanspruchnahme zu reduzieren. Dieses wirkt sich auf der Nachfrageseite in den ausgewählten Bedürfnisfeldern Wohnen, Arbeiten sowie Mobilität aus. In Abbildung 5.2 auf der linken Seite sind daher diese Kästchen rot markiert. Ein großer Anteil von Kies wird in der Betonherstellung eingesetzt. Um den Einsatz von primärem Kies zu reduzieren wäre ein erstes Beispielinstrument die Einführung von Mindestanforderungen für den Einsatz von Recyclingbeton bei öffentlichen Bauvorhaben. Des Weiteren würde eine Lebensdauererlängerung von Gebäuden den Betonverbrauch reduzieren. Dies würde national durch ein Förderprogramm „Bestandspflege“ begünstigt werden.

Beispiel 2 Neodym: Das Seltenerdelement Neodym wird im Gegensatz zu Kies fast ausschließlich in China gewonnen. Haupteinsatzgebiet von Neodym liegt in Permanentmagneten – diese werden in vielen Technologieanwendungen eingesetzt - von Elektromotoren in E-Fahrzeugen bis hin zu kleinsten Magneten in Smartphones. Daher sind in diesem Fall vor allem die Bedürfnisfelder Mobilität und I&K (Information und Kommunikation) auf der Nachfrageseite von Bedeutung. Neodym zieht Umwelt- und soziale Auswirkungen auf der Primärgewinnungsseite in Bezug auf Risiken der Schwermetall- und Radioaktivitätsbelastung sowie bei der Arbeitssicherheit & Kinderarbeit nach sich (siehe Abbildung unten rechte Seite). Ein rohstoffspezifisches Ziel ist daher die Minimierung dieser genannten Auswirkungen in der Primärgewinnung. Als Beispielinstrument ist die Einführung von Zertifizierungssystemen für internationale Standards für Responsible Mining zu nennen, die auch angemessene Standards für Mining- und Milling-Abfälle setzen. Ein zweites rohstoffspezifisches Ziel ist die Steigerung der End-of-Life-Recyclingrate. Europaweit wären u.a. Instrumente der Kennzeichnung von Komponenten/Materialien sowie weitere Anforderungen an das Produktdesign zur Förderung des Recyclings denkbar.

Abbildung 5-2: Beispiele für rohstoffspezifische Instrumente (Beispiel Kies und Neodym)



Quelle: Darstellung Öko-Institut

Quelle: Darstellung Öko-Institut

6. Wie geht es weiter?

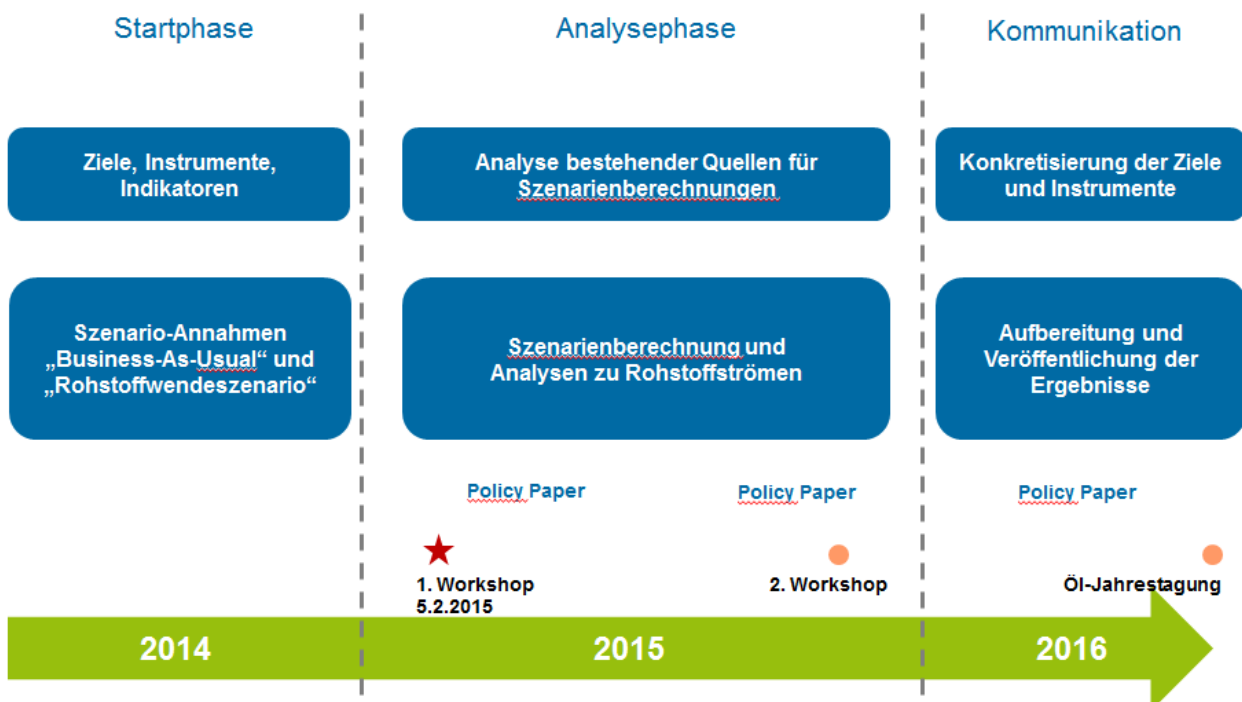
Im Februar 2015 hat das Öko-Institut Stakeholder aus Politik, Wirtschaft, NGOs und Wissenschaft zu einem Workshop eingeladen und die bislang im Projekt erarbeiteten und in diesem Policy Paper beschriebenen Kernthesen vorgestellt:

1. Für die Rohstoffwende sind rohstoffspezifische Ziele und Strategien notwendig!
2. Für die Rohstoffwende müssen die Angebots- und Nachfrageseite integriert und über Szenarien Ziele abgeleitet werden!
3. Die Rohstoffwende braucht rohstoff- und bedürfnisfeldspezifische Maßnahmen und Instrumente!

Mit den Gästen des ersten Projektworkshops wurde intensiv über diese Kernthesen und ihre inhaltliche und methodische Unterfütterung diskutiert sowie Erfahrungen und Vorstellungen für die Rohstoffwende ausgetauscht. Dieser wertvolle Input wird in die weitere Arbeit des Projektes „Deutschland 2049 - Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Rohstoffwirtschaft“ einfließen.

Die Startphase des Projektes „Rohstoffwende Deutschland 2049“ wurde im Frühjahr 2015 abgeschlossen. Im Rahmen der nun laufenden Analysephase wird in 2015 intensiv an der Berechnung der Szenarien für die anschließende Ableitung von rohstoffspezifischen Zielen gearbeitet. Die Ergebnisse werden Ende des Jahres in einem zweiten Workshop vorgestellt und mit Stakeholdern diskutiert. Ein zweites Policy Paper wird dem Workshop folgen. Die Finalisierung erfolgt in der Kommunikationsphase in 2016 wie in der Abbildung unten dargestellt. Die Jahrestagung des Öko-Instituts Ende 2016 wird sich dem Thema Ressourcen intensiv widmen und die Ergebnisse und Vorschläge des Öko-Instituts zur Rohstoffwende in diesem Zusammenhang ausführlich darstellen.

Abbildung 6-1: Projektablauf



Quelle: Darstellung Öko-Institut

7. Anhang 1: Rohstoffe im Fokus von Deutschland 2049

Eisenmetalle (7)	
Vanadium (V)	Nickel (Ni)
Chrom (Cr)	Niob (Nb)
Mangan (Mn)	Molybdän (Mo)
Eisen (Fe)	
Nicht-Eisenmetalle (8)	
Magnesium (Mg)	Kupfer (Cu)
Aluminium (Al)	Zink (Zn)
Titan (Ti)	Zinn (Sn)
Kobalt (Co)	Blei (Pb)
Edelmetalle (8)	
Ruthenium (Ru)	Iridium (Ir)
Rhodium (Rh)	Platin (Pt)
Palladium (Pd)	Silber (Ag)
Osmium (Os)	Gold (Au)
Technologiemetalle (36)	
Praseodym (Pr)	Neodym (Nd)
Scandium (Sc)	Samarium (Sm)
Europium (Eu)	Gadolinium (Gd)
Terbium (Tb)	Dysprosium (Dy)
Erbium (Er)	Ytterbium (Yb)
Thulium (Tm)	Lutetium (Lu)
Yttrium (Y)	Lanthan (La)
Cer (Ce)	Holmium (Ho)
Kadmium (Cd)	Quecksilber (Hg)
Arsen (As)	Lithium (Li)
Beryllium (Be)	Tellur (Te)
Gallium (Ga)	Germanium (Ge)

Selen (Se)	Strontium (Sr)
Zirkonium (Zr)	Indium (In)
Antimon (Sb)	Barium (Ba)
Tantal (Ta)	Wolfram (W)
Rhenium (Re)	Thallium (Tl)
Bismuth (Bi)	Hafnium (Hf)

Industriematerialien (9)

Kalisalze	Steinsalze
Flussspat	Graphit
Baryt	Schwefel
Phosphat	Spezialsande
Titandioxid	

Baumaterialien (7)

Kies	Sand
Naturstein	Kalk gebrannt
Zement	Gips
Ton	

8. Anhang 2: Ausgewählte Ressourcenprojekte des Öko-Instituts

Hemmnisse und Potentiale zur Ressourceneffizienzsteigerung durch Optimierung regionaler und lokaler Stoffkreisläufe und Stoffströme (in Bearbeitung)

Dehoust, G.; Stahl, H.; Gsell, M.; Brohmann, B.; Hünecke, K.

Auftraggeber: Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu), Berlin

Substitution von kritischen Rohstoffen in Permanentmagneten in Windkraft und E-Fahrzeugen sowie in Leuchtstoffen und LEDs. (in Bearbeitung)

Schüler, D.; Buchert, M.; Jenseit, W.; Stahl, H.; Degreif, S.; Schleicher, T.

Auftraggeber: Europäische Kommission, JRC Petten

Analyse von Ressourceneffizienzpotenzialen im Tiefbau (in Bearbeitung)

Bleher, D.; Jenseit, W.; Bergmann, T.

Auftraggeber: VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH

Substitution als Strategie zur Minderung der Kritikalität von Rohstoffen für Umwelttechnologien - Potentialermittlung für Second-Best-Lösungen (in Bearbeitung)

Buchert, M.; Schüler, D.; Stahl, H.; Sutter, J.; Merz, C.; Prakash, S.; Manhart, A. in Kooperation mit Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gemeinnützige GmbH, Berlin (IZT)

Auftraggeber: Umweltbundesamt (UBA), Dessau

Study on an EU-GREENLAND COOPERATION on mineral resources: environmental and social aspects and EU needs (in Bearbeitung)

Schüler, D.; Degreif, S.; Schmidt, G.; in Zusammenarbeit mit Milieu Ltd und Geological Survey of Denmark and Greenland

Auftraggeber: Europäische Kommission; DG Enterprise & Industry

European Rare Earth Magnet Recycling Network (in Bearbeitung)

Buchert, M.; Schulze, R.; Schüler, D.

Förderung: Europäische Kommission, Brüssel

Nutzen statt Besitzen: Geeignete Produkte und Konzepte eigentumsersetzender Nutzungsweisen (in Bearbeitung)

Dehoust, G.; Gsell, M.; Quack, D.

Auftraggeber: Stiftung Zukunftserbe, Freiburg

ÖkonRess – Entwicklung von Vorschlägen zum Einsatz von ökonomischen Instrumenten zur Steigerung der Ressourceneffizienz in Deutschland und der EU (in Bearbeitung)

Dehoust, G.; Schulze, F.

Auftraggeber: Wuppertal Institut GmbH

Zukünftige innovative Energiespeicher: Recycling- und Umweltaforderungen und Strategien zur Vermeidung von Versorgungsrisiken für deren Fertigung (in Bearbeitung)

Schüler, D.; Stahl, H.; Bauknecht, D.; Hermann, A.; Vogel, M., in Kooperation mit Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

Auftraggeber: Umweltbundesamt (UBA), Dessau

Erörterung ökologischer Grenzen der Primärrohstoffgewinnung und Entwicklung einer Methode zur Bewertung der ökologischen Rohstoffverfügbarkeit zur Weiterentwicklung des Kritikalitätskonzepts (in Bearbeitung)

Dehoust, G.; Buchert, M.; Bergmann, T.; Minnich, L.; Manhart, A.; in Zusammenarbeit mit: Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu) GmbH, Projekt Consult GmbH

Auftraggeber: Umweltbundesamt (UBA), Dessau

Ökobilanzen zu den Recyclingverfahren LithoRec II und EcoBatRec für Lithium-Ionen-Batterien - LCA-Li-Bat-Recycling (in Bearbeitung)

Buchert, M.; Sutter, J.; in Kooperation mit TU Braunschweig, Volkswagen, RWTH Aachen, Rockwood Lithium GmbH, Electrocycling GmbH, Solvay Fluor GmbH, Audi AG, Accurec Recycling GmbH

Auftraggeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU); Projektträger VDI / VDE-IT

Best-of-two-worlds (Bo2W)- Globale Kreislaufführung strategischer Metalle (in Bearbeitung)

Buchert, M.; Manhart, A.; Mehlhart, G.; Degreif, S.; Merz, C.; Bleher, D.

Förderung: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Berlin

Zukünftige innovative Energiespeicher: Recycling- und Umwelanforderungen und Strategien zur Vermeidung von Versorgungsrisiken für deren Fertigung (in Bearbeitung)

Schüler, D.; Stahl, H.; Bauknecht, D.; Hermann, A.; Vogel, M., in Kooperation mit Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

Auftraggeber: Umweltbundesamt (UBA), Dessau

Auswirkungen der neuen Vorgaben der geplanten Ersatzbaustoffe auf die Verwertung mineralischer Abfälle und Materialien in Baden-Württemberg

Dehoust, G.; Bleher, D.; Bergmann, T.; 2015

Auftraggeber: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

Recycling von Komponenten und strategischen Metallen aus elektrischen Fahrtrieben – MORE

Buchert, M.; Jenseit, W.; Merz, C.; Sutter, J.; in Zusammenarbeit mit: Siemens AG; Daimler AG; Umicore AG & Co KG; Vacuumschmelze GmbH; Universität Erlangen-Tübingen; TU Clausthal; Fraunhofer Gesellschaft, Institut für System- und Innovationsforschung (ISI); 2014

Förderung: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) über Forschungszentrum Jülich

Ökobilanz zur Aufbereitung und Verwertung von Shredder-Sand aus der Altfahrzeugverwertung

Jenseit, W.; Buchert, M.; Merz, C.; 2013

Auftraggeber: Volkswagen AG

Untersuchung zu seltenen Erden: Permanentmagnete im industriellen Einsatz in Baden-Württemberg

Buchert, M.; Schüler, D.; Bleher, D.; Sutter, J.; Manhart, A.; 2013

Auftraggeber: Ministerium für Umwelt, Klima u. Energiewirtschaft des Landes Baden-Württemberg; Projektträger: KIT

9. Anhang 3: Präsentationen des ersten Projektworkshops

Folgende fünf Präsentationen des ersten Projektworkshops am 5. Februar 2015 in Berlin liegen auf der Projektwebseite unter <http://www.resourcefever.org/project/items/germany-2049-on-the-path-to-sustainable-raw-materials-management.html>.

- Deutschland 2049 – Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Rohstoffwirtschaft: **Ein strategischer Beitrag** (Dr. Buchert)
- Deutschland 2049 – Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Rohstoffwirtschaft: **Bewertung von Rohstoffen – wo liegen die großen Impacts?** (Dr. Stahl & Manhart)
- Deutschland 2049 – Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Rohstoffwirtschaft: **Eckpunkte für ein Rohstoffwendeszenario** (Hünecke)
- Deutschland 2049 – Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Rohstoffwirtschaft: **Instrumente für die Rohstoffwende – ein Ausblick** (Schulze)
- Deutschland 2049 – Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Rohstoffwirtschaft: **Nächste Projektschritte** (Dr. Buchert)