

Landesstrategie Ressourceneffizienz – Was kann ein Land tun?

Martin Faulstich	Lehrstuhl für Umwelt- und Energietechnik, TU Clausthal
Matthias Franke	Fraunhofer UMSICHT, Institutsteil Sulzbach-Rosenberg
Mario Mocker	Fraunhofer UMSICHT, Institutsteil Sulzbach-Rosenberg
Stephanie Kroop	Fraunhofer UMSICHT, Institutsteil Sulzbach-Rosenberg
Martin Kranert	Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft
Detlef Clauss	Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	
1 Hintergrund und Vorgehensweise	
2 Ergebnisse	
2.1 Rohstoffauswahl und -bewertung	
2.2 Sekundärrohstoffpotenziale	
2.3 Status- und Defizitanalyse der Primärgewinnung	
2.4 Status- und Defizitanalyse der Sekundärgewinnung	
3 Leuchtturmprojekte für Baden-Württemberg	
3.1 Think Tank für Industrie- und Ressourcenpolitik	
3.2 Forschungs- und Entwicklungsverbund Ressourceneffizienz	
3.3 Demontagefabrik im urbanen Raum	
3.4 Zentrale Phosphor-Recyclinganlage	
3.5 Effizienteste Rohstoff-Mine der Welt	
4 Weitere Handlungsansätze	
5 Literaturangaben	

1 HINTERGRUND UND VORGEHENSWEISE

Das Bundesland Baden-Württemberg ist als Standort sowohl traditioneller Industrien als auch zahlreicher Hightech-Unternehmen besonders auf die Sicherung der Rohstoffversorgung zu wirtschaftlich angemessenen Preisen angewiesen, um die Attraktivität und internationale Wettbewerbsfähigkeit sowie den Wohlstand der Bevölkerung zu bewahren. Essenziell für die Entwicklung einer nachhaltigen Ressourcenstrategie ist die Kenntnis über den Bedarf der einzelnen Industriezweige an versorgungskritischen Rohstoffen, der bislang kaum hinreichend genau eingeschätzt werden konnte. Ursächlich hierfür ist einerseits die Wettbewerbsrelevanz dieser unternehmensinternen Daten sowie die in großen Teilen bestehende Unkenntnis der Unternehmen über die Zusammensetzung der überwiegend bereits vormontierten Bauteile, die in den Werken des Landes weiterverarbeitet oder lediglich endmontiert werden. Ausführlich dargestellt wird die Problematik des Datendefizits im IAW Policy Report Nr. 11 [Krumm 2014].

Ein Ziel der hier in Auszügen beschriebenen Studie zur »Analyse kritischer Rohstoffe für die Landesstrategie Baden-Württemberg« war es, bereits bestehende Kenntnisse zur Kritikalität wirtschaftsrelevanter Rohstoffe landesspezifisch zu präzisieren und in einem quantitativen Berechnungsmodell mit der Wirtschaftsstruktur zu verknüpfen. Die Analyse der wirtschaftlichen Bedeutung wurde von einer Mengenabschätzung importierter Rohstoffe anhand der Außenhandelsstatistik begleitet. Neben diesen landesspezifischen Kriterien gingen weitere allgemeine Informationen zur Rohstoffverfügbarkeit, wie die regionale Verteilung von Rohstoffvorräten, die unternehmerische Konzentration auf den globalen Rohstoffmärkten oder mögliche ökologische Restriktionen bei der Rohstoffgewinnung aus natürlichen Lagerstätten mit unterschiedlicher Gewichtung in eine quantitative Bewertung ein. Im Ergebnis ergab sich eine Rangfolge für ausgewählte wirtschaftsrelevante Rohstoffe.

Nach Identifizierung der für das Land Baden-Württemberg strategisch besonders relevanten Industrierohstoffe wurden die in den entsprechenden Industriezweigen und -branchen anfallenden produktionsspezifischen Gewerbeabfälle hinsichtlich der Gehalte an den als versorgungskritisch eingeschätzten Rohstoffen beurteilt. Kommunale Abfallströme wurden durch das Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft (ISWA) der Universität Stuttgart untersucht und damit weitere heimische Sekundärrohstoffpotenziale aufgezeigt.

Im weiteren Verlauf wurde auf Basis einer Literatur- und Patentrecherche sowohl der gegenwärtige Status der Primärgewinnung als auch der derzeit zur Verfügung stehenden Recyclingtechnologien für die relevanten Rohstoffe analysiert, um mögliche Defizite und Verbesserungspotenziale zu identifizieren. Bestehende technologische Defizite stellen Marktlücken dar, die durch die baden-württembergische Industrie besetzt werden können.

Die Landesregierung beabsichtigt, Defizite in den Technologien durch Modell- und Demonstrationsprojekte offensiv zu beheben und damit die Grundlagen für die Technologieführerschaft und somit für Arbeitsplatzsicherung und -vermehrung zu schaffen. Weil damit auch eine nachhaltige Quelle für die identifizierten wirtschaftsrelevanten Rohstoffe des produzierenden Gewerbes eröffnet wird, profitiert die heimische Wirtschaft hiervon in zweifacher Hinsicht.

2 ERGEBNISSE

2.1 Rohstoffauswahl und -bewertung

In einem ersten Schritt untersuchte das Institut für Angewandte Wirtschaftsforschung (IAW) die Wirtschaftsstruktur Baden-Württembergs. Dabei wurden mit einem Hauptaugenmerk auf Bruttowertschöpfungs- und Umsatzzahlen die folgenden sechs Branchen des Verarbeitenden Gewerbes als Leitindustrien identifiziert: Automobilindustrie, Maschinenbau, Elektrotechnik- und Elektronikindustrie, Metallindustrie, Chemische Industrie und die Papier- und Druckindustrie.

In eine Vorauswahl für die Analyse der Kritikalität von Rohstoffen für Baden-Württemberg wurden insgesamt 65 Rohstoffe (bzw. Rohstoffgruppen im Fall der Seltenerdmetalle und der Platinmetalle) aufgenommen, die in der Fachliteratur in den vergangenen Jahren im Hinblick auf ihre Bedeutung und Kritikalität untersucht wurden. Insgesamt wurden 29 Rohstoffe in mindestens einer der Studien als kritisch oder relevant für Zukunftstechnologien bewertet. Dabei handelt es sich um Antimon, Baryt, Beryllium,

Kongress "Phosphor-Rückgewinnung als wichtiger Baustein der Ressourcenpolitik" am 24. und 25.06.2015 im Kursaal Stuttgart Bad Cannstatt

Bismut, Chrom, Fluorit, Gallium, Germanium, Gold, Graphit, Indium, Kobalt, Kupfer, Lithium, Magnesium, Mangan, Molybdän, Niob, Platinmetalle, Rhenium, Selen, Seltenerdmetalle, Silber, Strontium, Tantal, Tellur, Titan, Wolfram sowie Zinn. Die Bedeutung dieser Rohstoffe für Baden-Württemberg wurde im weiteren Verlauf der Studie im Detail untersucht.

Die Bewertung erfolgte anhand der drei Kriterien »Wirtschaftlicher Gewichtungswert«, »Mengenindex« und »Rohstoff-Risiko-Index«. Für die Berechnung des Wirtschaftlichen Gewichtungswertes sind die Bandbreite der Anwendungsgebiete sowie die Bedeutung der (Teil-)Branchen, in die ein Rohstoff fließt, entscheidend. Dabei erfolgte die Zuordnung zu denjenigen Branchen bzw. Teilbranchen, in denen ein Rohstoff zum ersten Mal verarbeitet wird.

Für die Berechnung des Mengenindex diente die Außenhandelsstatistik Baden-Württembergs und Deutschlands als Datengrundlage. Für jede Warengruppe, die einem der 29 Rohstoffe des Rohstoffpools zugeordnet ist, wurde errechnet, ob die nach Baden-Württemberg eingeführte Menge im Vergleich zu der nach Deutschland importierten Menge überdurchschnittlich ist. Dafür wurde der Anteil des Bruttoinlandsprodukts Baden-Württembergs am gesamtdeutschen Bruttoinlandsprodukt ermittelt. Für 2010 liegt dieser Wert bei 14,7 Prozent [AK VGRdL 2014]. Jede Warengruppe, für die der Quotient der importierten Massen Baden-Württemberg / Deutschland mehr als 14,7 Prozent betrug, wurde somit als überdurchschnittlich definiert. Anschließend wurde untersucht, welchen Anteil die in überdurchschnittlichen Warengruppen enthaltene Rohstoffmenge an der Gesamtimportmenge des jeweiligen Rohstoffs nach Baden-Württemberg aufweist.

Um auch nicht landesspezifische, aber dennoch bedeutende Rohstoffrisiken im Bewertungsschema zu berücksichtigen, wurde als drittes Kriterium ein Rohstoff-Risiko-Index hergeleitet. Der Index basiert auf Einschätzungen aus der Fachliteratur, wobei insbesondere eine Studie des Instituts der deutschen Wirtschaft Köln [IW 2011] sowie eine Untersuchung des Instituts für Zukunftsstudien und Technologiebewertung [IZT 2011] berücksichtigt wurden. In den genannten Studien wurden zur Erstellung des Index sowohl quantitative (z. B. statische Reichweite, Länderrisiko, Marktrisiko) als auch qualitative Indikatoren (Bedeutung für Zukunftstechnologien, Gefahr des strategischen Einsatzes und Substituierbarkeit) herangezogen.

Abschließend wurde aus den zuvor genannten Indices eine dimensionslose Kennzahl gebildet, welche die Bedeutung des jeweiligen Rohstoffes für Baden-Württemberg repräsentiert. Dabei wurden der Wirtschaftliche Gewichtungswert mit 50 Prozent, der Mengenindex mit 30 Prozent und der Rohstoff-Risiko-Index mit 20 Prozent gewichtet. Die nachfolgend dargestellte Abbildung 1 zeigt das Ergebnis des Rohstoff-Rankings: Alle weiteren Untersuchungen wurden für die zehn Rohstoffe mit der höchsten Bedeutung für Baden-Württemberg (in der Abbildung rot markiert) vorgenommen. Für diese zehn Rohstoffe wurden darüber hinaus Fact-Sheets erarbeitet, die alle relevanten Informationen und rohstoffspezifischen Daten vereinen.

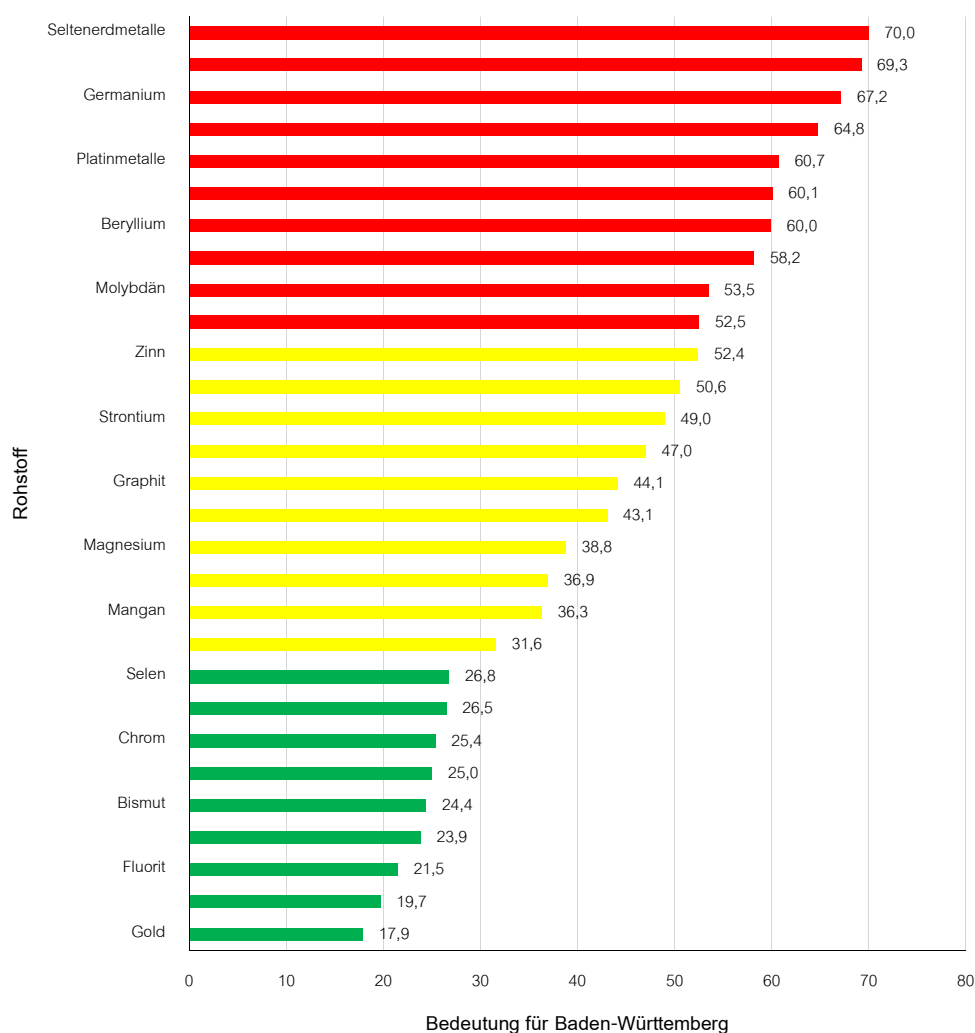


Abbildung 1: Bedeutung der untersuchten Rohstoffe für Baden-Württemberg. Endergebnis der Rohstoffbewertung (eigene Berechnungen).

2.2 Sekundärrohstoffpotenziale

Als Grundlage für die Potenzialermittlung der Rohstoffe in gewerblichen Abfällen diente die Erhebung zur Abfallerzeugung des Statistischen Landesamts Baden-Württemberg. Typische Zusammensetzungen der einzelnen Abfallarten wurden der Abfallanalysedatenbank ABANDA (www.abfallbewertung.org) entnommen. Es lagen allerdings nicht für alle Abfallarten Analyseergebnisse vor. Für jeden der zehn Rohstoffe wurde so das theoretische Potenzial gegliedert nach Branche, in der die Abfälle anfallen, errechnet. Darüber hinaus wurden Potenziale aus kommunalen Abfallströmen betrachtet. Hierfür wurden Wertstofffraktionen aus der getrennten Sammlung von Verpackungen, Wertstofffraktionen aus der mechanisch-biologischen Behandlung, Resthausmüll, Rost- und Kesselaschen aus der thermischen Abfallbehandlung sowie Elektro- und Elektronikschrott (inklusive Altbatterien und Akkus sowie Leuchtstoffröhren) untersucht. Bei der Betrachtung der wertstoffhaltigsten Abfallströme wird deutlich, dass insbesondere Schlämme, Schlacken, Aschen und Stäube aussichtsreiche Wertstoffpotenziale enthalten.

Dies gilt sowohl in Bezug auf die Rohstoffe der roten Kategorie als auch hinsichtlich sämtlicher im Rohstoff-Pool enthaltenen und als potenziell versorgungskritisch eingestuften Rohstoffe. Im Bereich der kommunalen Abfälle wurden insbesondere für Elektronikaltgeräte, Batterien und Leuchtstoffröhren nennenswerte Potenziale ermittelt, wobei diese durch eine Erhöhung der Sammelmengen noch deutlich gesteigert werden könnten.

2.3 Status- und Defizitanalyse der Primärgewinnung

Für die Analyse der primären Bereitstellungsketten wurden sieben Untersuchungskategorien gewählt. Die Ergebnisse zeigen für jeden Rohstoff eine individuelle Kombination unterschiedlicher Faktoren von Rohstoffkritikalität.

Die Mengenanalyse untersuchte jährliche Fördermengen und die statische Reichweite von Reserven und Ressourcen. Vor allem die Rohstoffe Beryllium, Germanium, die Platinmetalle und Tantal werden nur in sehr geringem Umfang gefördert, während die Titanerze Rutil und Ilmenit in den größten Tonnagen gewonnen werden. Daneben weisen die drei Rohstoffe Antimon, Molybdän und Wolfram sehr geringe statische Reichweiten auf.

Bei der Rohstoffkonzentration wurde analysiert, inwieweit sich der Bergbau auf bestimmte Länder konzentriert und wie das Länderrisiko hinsichtlich der Regierungsführung und Umwelleistung der Förderländer zu bewerten ist. Nahezu jeder der untersuchten Rohstoffmärkte ist durch eine hohe Länderkonzentration geprägt, eine Ausnahme stellt lediglich Ilmenit dar. Die starke Marktkonzentration drückt sich im so genannten Herfindahl-Hirschmann-Index aus, der insbesondere für Platinmetalle, Beryllium, Wolfram, Antimon und die Seltenerdmetalle in einem sehr kritischen Bereich liegt. Das gewichtete Länderrisiko der Produktion verdeutlichte, dass die Hauptförderländer der vier Rohstoffe Antimon, Kobalt, Seltenerdmetalle und Tantal eine schwache Regierungsführung aufweisen. Zudem sind die ökologischen Leistungen der Germanium-, Platin- und Tantal-produzierenden Länder als schlecht einzustufen. Daneben wurde auch untersucht inwieweit ein Rohstoff als Nebenprodukt in Koppelproduktion anderer Hauptmetalle gewonnen wird. Hierdurch ist die Förderung stets abhängig von der Gewinnung anderer Rohstoffe. Bei Nachfragesprüngen droht hierdurch die Gefahr von Angebotsverknappung oder starken Preisanstiegen. Dieser technologische Aspekt der Rohstoffgewinnung spielt bei Germanium, Kobalt, Molybdän, den Platinmetallen und den Seltenen Erden eine Rolle.

Außerdem wurden die unterschiedlichen Umweltwirkungen der Rohstoffproduktion in folgenden Kategorien bewertet: kumulierter Rohstoffaufwand, kumulierter Energieaufwand, Wasserverbrauch und aggregierte Umwelteinwirkungsbelastung (UEBEL). Der UEBEL-Index umfasst Klima, Boden im Sinne von Fläche sowie Luft- und Gewässerqualität. Die Berechnung erfolgte sowohl je Rohstoffeinheit als auch für die globale Gesamtproduktion. Die größten Umweltwirkungen je Tonne zeigten die Platinmetalle, gefolgt von Tantal und Molybdän; die geringsten Werte zeigten Titandioxid und Seltenerdoxid-Konzentrat. Bei der Betrachtung der Jahresgesamtproduktion sind jedoch die Umweltwirkungen für Titandioxid am größten, gefolgt von Molybdän und Antimon; die geringsten Belastungen zeigten Ruthenium und die Seltenerdoxide. Separat behandelt wurden die beiden Aspekte Ökotoxizität und Humantoxizität. Bei der Analyse je Rohstoffeinheit zeigten die Platinmetalle immense Umweltwirkungen in Form von Ökotoxizität und Humantoxizität. Hinsichtlich der globalen Gesamtproduktion kennzeichnen Molybdän und

Antimon eine hohe Ökotoxizität; die Gesamtförderung der beiden Rohstoffe Molybdän und Titandioxid birgt die größten Gefahren im Hinblick auf Human-toxizität.

Abschließend wurde geprüft, ob der untersuchte Rohstoff als Konfliktmineral gilt. Die Erze der beiden Minerale Tantal und Wolfram fallen unter diese Kategorie. Zudem wird für Kobalt aufgrund der politischen Situation der Förderländer und dem hohen Anteil an Kleinbergbau eine Beteiligung an Initiativen für transparente Wertschöpfungsketten empfohlen.

2.4 Status- und Defizitanalyse der Sekundärgewinnung

Für die Untersuchung der Sekundärgewinnung der einzelnen Rohstoffe wurden Messgrößen für das Recycling gesammelt, unter anderem die End of Life (EoL)-Recyclingrate, der Schrottanteil sowie der Recyclinganteil an der gesamten Produktion. Insgesamt variieren die Werte deutlich zwischen industriellem Recycling und Post-Consumer-Recycling. Ein Defizit hierbei war die begrenzte Datenlage für einige der Rohstoffe. Daneben wurde der Stand der Recyclingtechnik aller Rohstoffe skizziert und durch eine globale Patentrecherche erweitert. Dies war insbesondere für chinesische Patente zum Teil schwierig, da diese häufig nur in chinesischer Sprache als Volltext verfügbar sind.

Die Hauptgründe für die niedrigen Recyclingraten stehen in Zusammenhang mit ineffizienter Sammlung, Sortierung oder Verteilung zur Behandlung und Rückgewinnung von Rohstoffen. Daneben werden die Rohstoffe in einem Produkt zwar in großer Elementvielfalt, jedoch in geringen Konzentrationen und Gehalten verbaut, wodurch das Recycling erschwert wird. Hierdurch kommt es zu dissipativen Verlusten. Darüber hinaus ist Recycling mit hohem technologischem Aufwand verbunden und die Märkte für Recyclingmaterial sind häufig begrenzt. Weitere Hürden sind zusätzliche Reinigungsschritte aufgrund von Verunreinigungen, hohe Qualitätsanforderungen an Sekundärrohstoffe oder der Export von Gütern in Schwellenländer ohne geeignete Infrastruktur zur Rohstoffrückgewinnung.

3 LEUCHTTURMPROJEKTE FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG

Auf Basis der im Rahmen des Projektes gewonnenen Erkenntnisse wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber fünf ambitionierte Leuchtturmprojekte definiert. Diese adressieren vorwiegend thematische Schwerpunkte, die zum einen große Effizienzpotenziale erwarten lassen und berücksichtigen andererseits in welchen Bereichen Baden-Württemberg über ausgeprägte Kompetenzen verfügt. Als Ausgangspunkt dienten dabei, neben den in der Studie erarbeiteten Ergebnissen, die in den Arbeitskreisen der »Akteursplattform Ressourceneffizienz« als besonders wichtig erachteten Themen sowie die Notwendigkeit einer übergeordneten Betrachtung industrie- und ressourcenpolitischer Fragestellungen und Themen.

3.1 Think Tank für Industrie- und Ressourcenpolitik

Die Definition und Verfolgung industriepolitischer Ziele stellt ein wichtiges Kernthema einer erfolgreichen Volkswirtschaft dar. Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Industriegesellschaft ist allerdings auch eine auf umweltpolitischen Gesichtspunkten beruhende Ressourcenpolitik essenziell, was für Industrie und Politik in gleichem Maße Chance und Herausforderung darstellt. So erfordern, sich dynamisch ver-

ändernde, globale und regionale Rahmenbedingungen politischer, gesellschaftlicher oder technologischer Natur, fortwährend Anpassungsprozesse, die auf verschiedenen Handlungsebenen analysiert, validiert und in zielgerichtete Maßnahmen überführt werden müssen. Eine erfolgreiche Industrie- und Ressourcenpolitik bildet wiederum die Basis für langfristige Wettbewerbsvorteile.

Die Gründung eines Think Tanks für Industrie- und Ressourcenpolitik, der von mehreren Partnern getragen und sowohl aus Mitteln der öffentlichen Hand als auch der Industrie (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V., Verband der Chemischen Industrie e.V., usw.) finanziert wird, soll dazu beitragen gesellschaftspolitische und volkswirtschaftliche Interessen sowie industrie- und ressourcenpolitische Ziele zusammenzuführen. So sollte der Think Tank in Form einer außeruniversitären Forschungseinrichtung als übergeordnetes und interdisziplinäres Netzwerk unter Einbindung bereits bestehender Institutionen und Forschungseinrichtungen derzeitige und zukünftige, konzertierte Maßnahmen, Aktivitäten und Initiativen im Bereich der volkswirtschaftlich wirksamen Industrie- und Ressourcenpolitik fungieren und Industrie und Politik strategisch beraten.

3.2 Forschungs- und Entwicklungsverbund Ressourceneffizienz

Aufgrund seiner Wirtschaftsstruktur mit zahlreichen global agierenden Industrie- und Wirtschaftsunternehmen, einem starken Mittelstand sowie renommierten und fachlich breit gefächerten Forschungs- und Wissenschaftseinrichtungen bieten sich für Baden-Württemberg im Vergleich zu anderen Bundesländern weitreichende Chancen für eine branchenübergreifende und interdisziplinäre Zusammenarbeit im Bereich der Ressourceneffizienz.

Zur Verfolgung und Umsetzung verschiedener Handlungsansätze wäre deshalb die Initiierung eines baden-württembergischen »Forschungs- und Entwicklungsverbundes Ressourceneffizienz« denkbar, der sich mit Aspekten der Rohstoff- und Ressourceneffizienz befasst. Ein solcher Forschungsverbund ermöglicht eine Betrachtung unterschiedlicher Themengebiete (branchenspezifisch, gesellschaftspolitisch, u. a.) und kann sowohl fachspezifische Fragestellungen berücksichtigen als auch auf übergeordneter Ebene interdisziplinäre Aspekte würdigen und Synergieeffekte generieren. Grundsätzlich könnten die Forschungsinhalte dabei auf die in den Arbeitskreisen der »Akteursplattform Ressourceneffizienz« identifizierten thematischen Schwerpunkte ausgerichtet sein.

3.3 Demontagefabrik im urbanen Raum

Während Recycling bei Massenmetallen bereits einen wesentlichen Beitrag zur globalen Versorgung liefert, liegen die Recyclingraten für Hochtechnologiemetalle zumeist < 1 Prozent. Elektro- und Elektronikaltgeräte stellen eine sehr heterogene und komplex zusammengesetzte Abfallgruppe dar. Gerätarten wie Waschmaschinen, Fernseher und Kühlschränke zählen ebenso dazu wie Notebooks, Tablet-PCs oder Smartphones. Dabei bergen insbesondere die kleinformatigeren Geräte und Bauteile wie Smartphones, Tablets und Leiterplatten aufgrund ihrer hohen Wertstoffdichte ein erhebliches Potenzial an Massenrohstoffen aber auch die eingangs erwähnten und als potenziell versorgungskritisch eingeschätzten Hochtechnologiemetalle. Diese Potenziale werden derzeit jedoch nur bedingt ausgeschöpft. Die Ursachen hierfür sind vielfältig und auf allen Ebenen der Verwertungskette anzusiedeln.

Etwa 70 Prozent der Bevölkerung leben in urbanen Räumen. Dies führt dazu, dass gerade hier auch ein Großteil des werthaltigen High-Tech-Abfalls anfällt. Mit der Errichtung einer Demontagefabrik für Elektroaltgeräte im urbanen Umfeld könnte die auf einen festgelegten Raum beschränkte Betrachtungsweise des Themas der Elektroaltgeräteverwertung eine gezielte Optimierung der einzelnen, derzeit teilweise noch als defizitär zu erachtenden, Prozessschritte der Erfassung und Aufbereitung herbeiführen. So könnten innovative – auf die in der Demontageanlage zu behandelnden Sammelgruppen und Gerätekategorien ausgerichtete – Sammelsysteme erprobt und hinsichtlich einer Erhöhung der Erfassungsquote bewertet und optimiert werden.

3.4 Zentrale Phosphor-Recyclinganlage

Phosphor ist ein essenzieller Rohstoff, der in seinen hauptsächlichen Anwendungen nicht substituierbar ist. Die Verfügbarkeit von Phosphor ist in jedem Fall für die heutigen und kommenden Generationen von entscheidender Bedeutung. Er steht in natürlichen abbauwürdigen Vorräten nur begrenzt zur Verfügung. Die heute bekannten Reserven verteilen sich zu über 91 Prozent auf Risikoländer wie Marokko, Irak, China, Algerien, Syrien, Südafrika und Jordanien. Dabei handelt es sich überwiegend um Sedimente, die zunehmend mit Cadmium und Uran belastet sind. Leicht zugängliche und schadstoffarme Vorräte könnten jedoch schon in etwa 50 Jahren erschöpft sein [Gilbert 2009].

Von der Errichtung einer zentralen Phosphor-Recyclinganlage könnte das Land Baden-Württemberg in vielerlei Hinsicht profitieren. Neben einer Senkung der Importabhängigkeit und Sicherung der Rohstoffversorgung ermöglicht die großtechnische Umsetzung eines geeigneten Phosphorrückgewinnungsverfahrens in einer zentralen Großanlage die Nutzung von Skaleneffekten. Das bisher bestehende Problem der mangelnden Wirtschaftlichkeit könnte so behoben und der zurückgewonnene Phosphor zu markt- und konkurrenzfähigen Preisen angeboten werden. Darüber hinaus könnte das Land Baden-Württemberg im Hinblick auf die auf politischer Ebene perspektivisch geplanten Maßnahmen proaktiv agieren, eine Vorreiterrolle im Bereich des Phosphor-Recyclings einnehmen und sich zusätzlich einen erheblichen Know-How-Vorsprung erarbeiten.

3.5 Effizienteste Rohstoff-Mine der Welt

Die Gewinnung und Aufbereitung von Rohstoffen ist mit erheblichen ökologischen und sozialen Auswirkungen verbunden. Wie groß diese Auswirkungen tatsächlich sind, ergibt sich zum einen aus dem zu fördernden Rohstoff selbst und den zur Aufbereitung dieses Rohstoffs notwendigen Technologien und Verfahren. Zum anderen hängen die Folgen der Rohstoffförderung aber auch in starkem Maße von dem Land oder der Region ab, in der der Abbau erfolgt. Ein rasant steigender Rohstoffbedarf führt zwangsläufig zu einem ebenso dynamischen Anstieg der mit Rohstoffgewinnung verbundenen negativen Folgen. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass Erzqualitäten und die in den Erzen enthaltenen Metallgehalte perspektivisch stetig sinken und ein immer größerer Aufwand für deren Gewinnung und Aufbereitung betrieben werden muss.

Die Gewinnung, Aufbereitung und Veredelung von Rohstoffen beruht auf komplexen verfahrenstechnischen Prozessketten und erfordert unter anderem fundierte Detailkenntnisse im Bereich der Geologie/Geotechnik, des Maschinenbaus, chemischer Prozesse oder auch der Umwelttechnik. Gerade im

Bereich des Maschinenbaus, der chemischen Industrie und der Umwelttechnik ist das Land Baden-Württemberg gut aufgestellt und beheimatet zahlreiche, auch global agierende Unternehmen, die über entsprechendes Know-How und Technologien verfügen. Auch wenn die primäre Gewinnung der im Rahmen der Studie betrachteten Rohstoffe nicht in Baden-Württemberg stattfindet, stellt die Optimierung dieser Prozesse ein erhebliches Marktpotenzial für Unternehmen des Landes an internationalen Märkten bzw. Minenstandorten dar. Vor diesem Hintergrund wäre eine Gemeinschaftsinitiative von VMDA, VCI, Umwelttechnik BW und verschiedenen Forschungseinrichtungen und Hochschulen denkbar, die eine möglichst effiziente Rohstoffgewinnung zum Ziel ihrer Arbeiten macht (effizienteste Rohstoff-Mine der Welt mit Know-How und Technologie aus Baden-Württemberg).

4 WEITERE HANDLUNGSANSÄTZE

Während die im vorigen Kapitel beschriebenen Leuchtturmprojekte die inhaltlichen Schwerpunkte der künftigen Aktivitäten auf Landesebene darstellen, sind darüber hinaus weitere Handlungsansätze und Maßnahmen von Bedeutung, die nachfolgend stichpunktartig dargestellt werden und abschließend gemeinsam mit den Leuchtturmprojekten in Abbildung 2 grafisch dargestellt und verschiedenen Handlungsebenen zugeordnet werden.

- Überprüfung der Lenkungswirkung rohstoffpolitischer Steuerungsinstrumente
- Ausweitung der Datenerhebung zu gewerblichen Abfällen unter Berücksichtigung / Anpassung des Abfallrechts
- Erkennung und Vermeidung dissipativ bedingter Rohstoffverluste
- Gezielte Einschleusung von Sekundärrohstoffen in primäre Rohstoffgewinnungsprozesse
- Rückgewinnung von Wertstoffen aus wertstoffhaltigen Abfallfraktionen wie Schlacken, Aschen, Schlämmen und Stäuben
- Weitere Priorisierung der Rohstoffe aufgrund relevanter Parameter wie Reichweiten, Umweltwirkungen, Human- oder Ökotoxizität
- Verbesserung der im Rahmen der Studie als defizitär bewerteten Datenlage (wirtschaftsstatistische Daten, Produktions- und Außenhandelsstatistik, Daten zum Rohstoffverbrauch, rohstoffspezifische Daten u.a.)
- Erweiterung der im Rahmen der Studie erarbeiteten Fact-Sheets auf weitere (Massen-) Rohstoffe oder Stoffströme

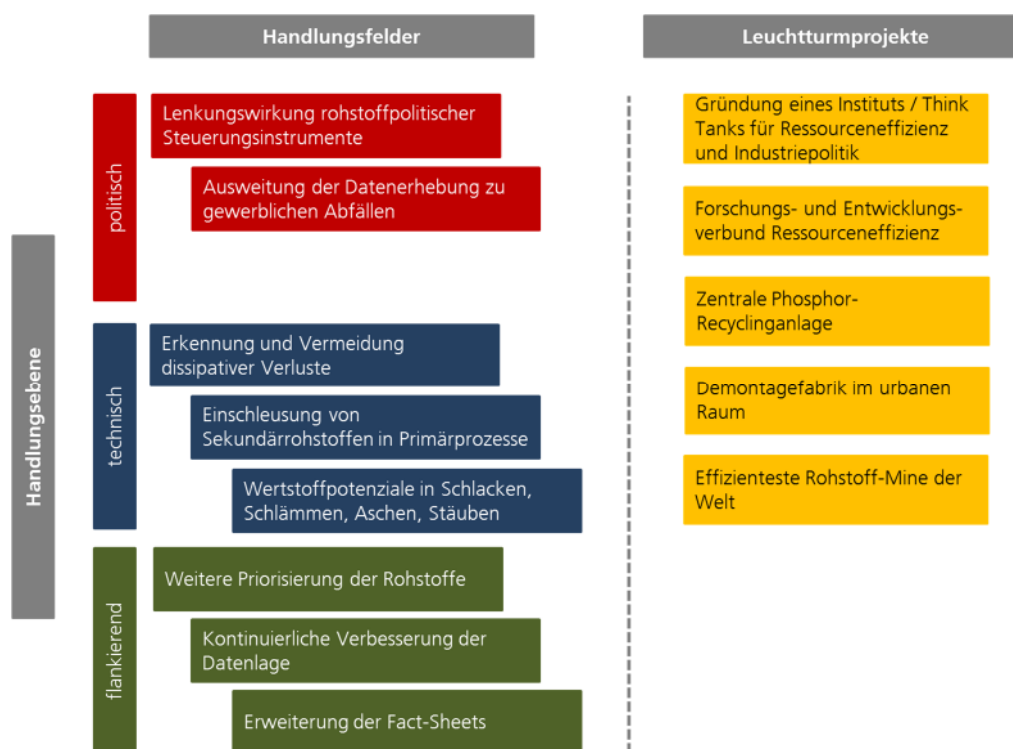


Abbildung 2: Identifizierte Handlungsfelder und Leuchtturmprojekte

5 LITERATURANGABEN

- [AK VGRdL 2014] Arbeitskreis "Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder": Bruttoinlandsprodukt, Bruttowertschöpfung in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland 1991 bis 2013. Reihe 1, Band 1. Hg. v. Im Auftrag der Statistischen Ämter der 16 Bundesländer, des Statistischen Bundesamtes und des Bürgeramtes, Statistik und Wahlen, Frankfurt a. M. 2014.
- [Gilbert 2009] Gilbert, N.: The Disappearing Nutrient, Nature. Volume 461. S. 716-718. 2009
- [IW 2011] Institut der deutschen Wirtschaft Köln: Rohstoffsituation Bayern – keine Zukunft ohne Rohstoffe. Strategien und Handlungsoptionen. Ein aktualisierter Bericht der IW Consult GmbH Köln unter Mitwirkung von Prof. Reller (WZU Augsburg) im Auftrag der vbw - Vereinigung der bayerischen Wirtschaft e.V. München. 2011.
- [IZT 2011] Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung: Kritische Rohstoffe für Deutschland - Identifikation aus Sicht deutscher Unternehmen wirtschaftlich bedeutsamer mineralischer Rohstoffe, deren Versorgungslage sich mittel- bis langfristig als kritisch erweisen könnte. Im Auftrag der KfW Bankengruppe. Berlin. 2011
- [Krumm 2014] IAW Policy Report Nr. 11 „Nicht-energetische Rohstoffe: Datenlage in Deutschland und Baden-Württemberg sowie rohstoffökonomische Überlegungen zur Schließung von Datenlücken“. Tübingen. 2014