

ABSCHLUSSBERICHT

**MATERIALEFFIZIENZ IM
VERARBEITENDEN GEWERBE
– EINE METASTUDIE**

Materialeffizienz im verarbeitenden Gewerbe – eine Metastudie

Stand: Dezember 2017

STUDIE

Materialeffizienz im verarbeitenden Gewerbe –
eine Metastudie

ERSTELLT VON

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik
und Automatisierung IPA
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart
www.ipa.fraunhofer.de

Steinbeis-Transferzentrum
Energie- und Umweltverfahrenstechnik,
Eco-Management
Drosselbartstraße 8
81739 München
www.steinbeis.de

AUTOREN

Sylvia Wahren (Fraunhofer IPA)
Prof. Peter Kleine-Möllhoff (Steinbeis-Transferzentrum)
Ralph Schneider (Fraunhofer IPA)
Nicolas Heßberger (Fraunhofer IPA)
Elisabeth Dücker (Fraunhofer IPA)

FACHLICHE ANSPRECHPARTNER

Dr.-Ing. Hannes Spieth
Dr. Volker Diffenhard

REDAKTION

Umwelttechnik BW GmbH
Landesagentur für Umwelttechnik und
Ressourceneffizienz Baden-Württemberg
Friedrichstraße 45
70174 Stuttgart
T. +49 711 252841-10
F. +49 711 252841-49
info@umwelttechnik-bw.de
www.umwelttechnik-bw.de

TITELBILD

www.istock.com
Bildnummer 59576224

GESTALTUNG & SATZ

STUDIO FÜR KOMMUNIKATION tat.sache
www.studiotatsache.de

COPYRIGHT

Umwelttechnik BW

MANAGEMENT SUMMARY

Kosten senken, die Wettbewerbsfähigkeit steigern, die Umwelt und knappe Ressourcen schonen sowie einen Beitrag zur Sicherung der Lebensgrundlagen leisten – es gibt viele Gründe, sich mit dem effizienteren Einsatz von natürlichen Ressourcen auseinanderzusetzen.

Unternehmen, Politik und Forschung messen dem Thema bereits seit einigen Jahren eine steigende Bedeutung bei. So ist es wenig verwunderlich, dass mittlerweile eine Vielzahl von wissenschaftlichen Studien und Analysen zum Thema Ressourceneffizienz durchgeführt wurden. Die vorliegende Studie widmet sich im Speziellen dem Thema Materialeffizienz im verarbeitenden Gewerbe. Materialeffizienz wird in diesem Zusammenhang bezogen auf natürliche Ressourcen in Form von Erzen, Industrie- und Baumaterialien, stofflich genutzten fossilen und biotischen Rohstoffen und höher verarbeiteten Stoffen aus diesen Rohstoffen sowie Betriebs- und Hilfsstoffen.

Für das verarbeitende Gewerbe ist Materialeffizienz einerseits durch die Aussichten auf hohe Kostensenkungen und Umweltentlastungen von besonderer Bedeutung. Gleichzeitig gibt es für Materialeffizienzmaßnahmen im verarbeitenden Gewerbe äußerst zahlreiche Stellhebel und Ansatzpunkte, was das Thema häufig recht komplex werden lässt.

Vor diesem Hintergrund wurde die vorliegende Materialeffizienzstudie initiiert: Sie fasst bisherige Studien und Analysen zusammen und stellt den Entwicklungs- und Erkenntnisstand zur Materialeffizienz im verarbeitenden Gewerbe dar. Für die Studie wurden über 200 Veröffentlichungen berücksichtigt und unter den folgenden Aspekten ausgewertet:

WELCHE BEDEUTUNG HABEN EINZELNE MATERIALIEN UND ROHSTOFFE FÜR DAS VERARBEITENDE GEWERBE IN DEUTSCHLAND, IN BADEN-WÜRTTEMBERG UND IN AUSGEWÄHLTEN BRANCHEN?

Die Bedeutung einzelner Materialien und Rohstoffe differiert in Abhängigkeit vom jeweils betrachteten Kriterium (Mengenverbräuche, Importabhängigkeit, Verlust von Sekundärquellen etc.) teilweise stark. Dazu kommt, dass die Daten zumeist nur für Deutschland gesamtwirtschaftlich vorliegen und insbesondere für einzelne Branchen des verarbeitenden Gewerbes die Datenlage sehr dünn ist. Dennoch bietet die Studie für Einzelunternehmen die Möglichkeit, die eigenen Verbräuche hinsichtlich der identifizierten „kritischen Rohstoffe“ einzuordnen.

WO LIEGEN AUSGEWIESENE EFFIZIENZPOTENZIALE?

Das gesamte Potenzial zur Materialeinsparung wird als hoch eingeschätzt und liegt bei circa 7 Prozent jährlich. Dies gilt auch für Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes, obwohl sich bezüglich der Bedeutung der Materialien keine eindeutigen Schwerpunkte/Problemfelder identifizieren lassen.

WELCHE STRATEGIEN EXISTIEREN ZUR HEBUNG DER POTENZIALE?

Zur Hebung dieser Materialeffizienzpotenziale stellen die betrachteten Studien eine Reihe von Strategie- und Erfolgsfaktoren vor. Die Analyse ergab, dass der Schwerpunkt der Strategien derzeit in der Fertigung/Produktion liegt. Hierbei dominieren Optimierungen, während technologische Substitutionen selten genutzt werden. Auch in der Entwicklung von Produkten liegen Potenziale, die jedoch weniger häufig genutzt werden.

Bei der Betrachtung der produktseitigen Aspekte fällt auf, dass zu den jeweiligen Aspekten kaum quantifizierte Potenziale ausgewiesen werden. Stattdessen werden die Vorteile wie Nutzensteigerung und Materialeinsparung vorwiegend qualitativ dargestellt. Ähnliches gilt auch für die Ansatzpunkte in der Produktion bzw. Fertigung, jedoch werden hier Verlustquellen zumindest vereinzelt quantifiziert dargestellt.

Organisatorischen Optimierungen und Maßnahmen wird ebenfalls eine hohe Bedeutung zugesprochen. Ihnen kommt gewissermaßen die Funktion des Wegbereiters für Materialeffizienzanstrengungen zu. Einerseits lassen sich Verbesserungen ohne Transparenz über Materialverbräuche und -ströme, ohne Managementunterstützung und organisatorische Verankerung nur schwierig umsetzen. Andererseits können organisatorische Optimierungen und Maßnahmen wie Lageroptimierung, Transport, Planung und Steuerung weitgehend in allen Branchen umgesetzt werden. Dazu kommt, dass zumindest einfachere organisatorische Maßnahmen häufig keine zusätzlichen Investitionen benötigen.

WELCHE KONKRETEN ANSTRENGUNGEN WERDEN IN AUSGEWÄHLTEN BRANCHEN UNTER- NOMMEN? UND WELCHE HÜRDEN UND HEMMNISSE EXISTIEREN DORT?

Eine Reihe von Branchenkapiteln beleuchten Materialeinsparpotenziale, bereits umgesetzte und empfohlene Strategien zur Verbesserung der Materialeffizienz sowie spezifische Hürden und Hemmnisse in verschiedenen Branchen. Betrachtet wurden die chemische Industrie, die Metall be- und verarbeitende Industrie, die Oberflächenveredelung und Wärmebehandlung, die Automobilindustrie, die Papier- und Druckindustrie, die Elektroindustrie, die Gummi und Kunststoff verarbeitende Industrie sowie der Maschinen- und Anlagenbau.

Die Höhe der ausgewiesenen Potenziale für Materialeffizienz schwankt je nach Branche deutlich. Branchen, für die hohe Materialeinsparungspotenziale erwartet werden, sind vor allem der Fahrzeugbau, der Maschinenbau sowie rohstoffnahe Branchen wie die Metallerzeugung, Gummi- und Kunststoffverarbeitung und die chemische Industrie.

Obwohl die Materialeffizienz hohe Potenziale für die Unternehmen bietet, zeigt sich jedoch, dass diese bislang unzureichend ausgeschöpft werden. Unklar bleibt, wie umfangreich sich Unternehmen der Materialeffizienz annehmen. Zwar werden einzelne Konzepte und Strategien in einer beachtlichen Zahl von Unternehmen umgesetzt. Ob es sich dabei jedoch um punktuelle bzw. themenspezifische Maßnahmen oder durchdringende bzw. weitreichende Vorhaben handelt, ist nicht festzustellen.

Die begrenzte Ausschöpfung der Materialeffizienzpotenziale in den Unternehmen kann auch durch Hemmnisse begründet sein, die sowohl intern innerhalb der Unternehmen bestehen (bspw. Zeitmangel, fehlendes Kapital, fehlendes Know-how etc.) oder sich in externen Gegebenheiten wie rigiden Kunden- und Designanforderungen begründen. Außerdem gibt es einige branchenspezifische Hemmnisse wie die Geheimhaltungskultur in der chemischen Industrie.

Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass materialbezogene Aspekte die Wettbewerbsdynamik in den nächsten Jahrzehnten bestimmen werden. Das bedeutet für Unternehmen, dass sie im Rahmen ihrer Strategie materialbezogenen Aspekten mehr Aufmerksamkeit widmen müssen, um ein klareres Bild davon zu bekommen, wie Materialeinsatz Innovationen fördern oder behindern kann, die Wettbewerbsfähigkeit beeinflussen und letztendlich Wachstum generieren kann.

INHALTSVERZEICHNIS

Abbildungsverzeichnis	IX
Tabellenverzeichnis	XI
Abkürzungsverzeichnis	XIII
1. HINTERGRUND UND MOTIVATION DER STUDIE	1
1.1 Zielsetzung und Fokus der Metastudie	2
2. VORGEHENSWEISE DER UNTERSUCHUNG	5
2.1 Entwicklung des Vorgehensmodells	5
2.2 Inhaltlicher Aufbau der Metastudie	9
3. ROHSTOFFBEDARF UND ROHSTOFFVERFÜGBARKEIT IM LICHT DER MATERIALEFFIZIENZ	11
3.1 Versorgungslage von Rohstoffen in Deutschland und Baden-Württemberg	13
3.2 Bedeutung von Rohstoffen und Werkstoffen	27
3.2.1 Rohstoffkritikalität	27
3.2.2 Rohstoffabhängigkeit im verarbeitenden Gewerbe	32
3.2.3 Politische Initiativen in Europa, Deutschland und Baden-Württemberg	34
4. STRATEGIEN ZUR STEIGERUNG DER MATERIALEFFIZIENZ	43
4.1 Organisatorisch-institutionelle Ansatzpunkte	43
4.1.1 Einführung von Managementinstrumenten – Umweltmanagementansätze, Kennzahlensysteme und Status-quo-Analysen	43
4.1.2 Organisatorische Optimierungen	46
4.1.3 Fazit zu den organisatorisch-institutionellen Ansatzpunkten	48
4.2 Technologische Ansatzpunkte	48
4.2.1 Produktgestaltung/Konstruktion	48
4.2.2 Produktion und Fertigung	55
4.2.3 Fazit zu den technologischen Ansatzpunkten	62
5. MATERIALEFFIZIENZ IN AUSGEWÄHLTEN BRANCHEN BADEN-WÜRTTEMBERGS	65
5.1 Chemische Industrie	65
5.1.1 Klassifikation nach Wirtschaftszweigen	65
5.1.2 Branchenskizze	65
5.1.3 Die chemische Industrie in Deutschland im Kontext des Rohstoffbedarfes	66
5.1.4 Einsparpotenziale in der chemischen Industrie	73
5.1.5 Umgesetzte und empfohlene Strategien zur Verbesserung der Materialeffizienz	74
5.1.6 Hürden und Hemmnisse	78
5.2 Metall verarbeitende Industrie	79
5.2.1 Klassifikation nach Wirtschaftszweigen	79
5.2.2 Branchenskizze	79
5.2.3 Die Metallerzeugung und Herstellung von Metallerzeugnissen im Kontext des Rohstoffbedarfes	80
5.2.4 Einsparpotenziale in der Metallerzeugung und Herstellung von Metallerzeugnissen	80
5.2.5 Umgesetzte und empfohlene Strategien zur Verbesserung der Materialeffizienz	82
5.2.6 Hürden und Hemmnisse	84

5.3	Oberflächenveredelung und Wärmebehandlung	84
5.3.1	Klassifikation nach Wirtschaftszweigen	84
5.3.2	Branchenskizze	85
5.3.3	Einsparpotenziale in der Oberflächentechnik	86
5.3.4	Umgesetzte und empfohlene Strategien in der Oberflächentechnik	87
5.3.5	Handlungsempfehlungen	88
5.3.6	Hürden und Hemmnisse	90
5.4	Maschinen- und Anlagenbau	91
5.4.1	Klassifikation nach Wirtschaftszweigen	91
5.4.2	Branchenskizze	91
5.4.3	Der Maschinen- und Anlagenbau im Kontext des Rohstoffbedarfes	91
5.4.4	Einsparpotenziale im Maschinen- und Anlagenbau	101
5.4.5	Umgesetzte und empfohlene Strategien zur Verbesserung der Materialeffizienz	101
5.4.6	Hürden und Hemmnisse	106
5.5	Automobilindustrie	107
5.5.1	Klassifikation nach Wirtschaftszweigen	107
5.5.2	Branchenskizze	107
5.5.3	Trends und Zukunft der Automobilindustrie	107
5.5.4	Die Automobilindustrie im Kontext des Rohstoffbedarfes	110
5.5.5	Umgesetzte und empfohlene Strategien zur Verbesserung der Materialeffizienz	113
5.5.6	Hürden und Hemmnisse	115
5.5.7	Handlungsempfehlungen	115
5.6	Papier- und Druckindustrie	116
5.6.1	Klassifikation nach Wirtschaftszweigen	116
5.6.2	Branchenskizze	118
5.6.3	Die Papier- und Druckindustrie in Deutschland im Kontext des Rohstoffbedarfes	123
5.6.4	Einsparpotenziale in der Papier- und Druckindustrie	126
5.6.5	Umgesetzte und empfohlene Strategien zur Verbesserung der Materialeffizienz	130
5.6.6	Hürden und Hemmnisse	132
5.7	Elektroindustrie	132
5.7.1	Klassifikation nach Wirtschaftszweigen	132
5.7.2	Branchenskizze	132
5.7.3	Die Elektronikindustrie im Kontext des Rohstoffbedarfes	134
5.7.4	Einsparpotenziale in der Elektronikindustrie	138
5.7.5	Umgesetzte und empfohlene Strategien zur Verbesserung der Materialeffizienz	140
5.7.6	Hürden und Hemmnisse	142
5.7.7	Fazit	142
5.8	Gummi und Kunststoff verarbeitende Industrie	143
5.8.1	Klassifikation nach Wirtschaftszweigen	143
5.8.2	Branchenskizze	143
5.8.3	Die Gummi und Kunststoff verarbeitende Industrie im Kontext des Rohstoffbedarfes	145
5.8.4	Einsparpotenziale in der Gummi und Kunststoff verarbeitenden Industrie	146
5.8.5	Hürden und Hemmnisse	148
5.8.6	Fazit	149

6. HÜRDEN UND HEMMNISSE	151
6.1 Interne Hemmnisse in produzierenden und Dienstleistungsunternehmen	151
6.1.1 Unternehmensinterne Hemmnisse innerhalb verschiedener Unternehmensfunktionen	153
6.1.2 Unternehmensinterne Hemmnisse in Abhängigkeit von der Größe des Unternehmens	157
6.1.3 Unternehmensinterne Hemmnisse in Abhängigkeit von der Branche	157
6.2 Externe Hemmnisse zur Umsetzung der Materialeffizienz in Unternehmen	159
6.2.1 Externe Hemmnisse ausgehend vom Kunden/Lieferanten	160
6.2.2 Externe Hemmnisse ausgehend vom Endverbraucher	160
6.2.3 Externe Hemmnisse ausgehend vom Markt und der Wirtschaft	161
6.2.4 Externe Hemmnisse aufgrund der rechtlichen Situation	162
6.2.5 Externe Hemmnisse aufgrund der Forschung/Wissenschaft	162
6.2.6 Externe Hemmnisse aufgrund der Politik	163
7. HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN	165
7.1 Handlungsempfehlungen für die Wirtschaft	165
7.1.1 Schaffung von Transparenz	165
7.1.2 Fördernde Unternehmenskultur	166
7.1.3 Zuordnung von Verantwortlichkeiten	167
7.1.4 Kommunikation in der Wertschöpfungskette	168
7.1.5 Kooperationen und Netzwerke	168
7.1.6 Nutzung von Informationsquellen	168
7.2 Handlungsempfehlungen für die Politik	169
7.2.1 Förder- und Beratungsangebote	169
7.2.2 Schaffen von Themenclustern	171
7.2.3 Normierung und gesetzliche Regelungen	171
7.3 Handlungsempfehlungen für die Wissenschaft	172
Literaturverzeichnis	XVII
Anhang	XXVII

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1	Fokus der Studie in Bezug auf die betrachteten Ressourcen	3
ABBILDUNG 2	Vorgehensweise der Metastudie (eigene Darstellung)	5
ABBILDUNG 3	Materialeinsparungspotenzial im verarbeitenden Gewerbe	12
ABBILDUNG 4	Rohstoffentnahme und Rohstoffeinfuhren in Deutschland im Jahr 2012	13
ABBILDUNG 5	Prozentualer Nettoimportwert von Deutschlands wichtigsten importierten Metallen	20
ABBILDUNG 6	Entwicklung des Indikators Rohstoffproduktivität	35
ABBILDUNG 7	Zusammenhang zwischen der Nutzung bestimmter Instrumente und der Nutzung von Materialeffizienzkonzepten	45
ABBILDUNG 8	Branchenstruktur der chemischen Industrie in Baden-Württemberg nach Beschäftigtenzahlen	66
ABBILDUNG 9	Organische Rohstoffbasis der chemischen Industrie in Deutschland 2011	67
ABBILDUNG 10	Produktion, Energie- und Rohstoffverbrauch in der chemischen Industrie in Deutschland	68
ABBILDUNG 11	Umgesetzte und empfohlene Strategien zur Verbesserung der Materialeffizienz	74
ABBILDUNG 12	Erfolg versprechende Technologien für die chemische Industrie	76
ABBILDUNG 13	Materialeinsparpotenzial in der Metallherzeugung und Herstellung von Metallherzeugnissen auf Basis einer Selbsteinschätzung der Unternehmen	80
ABBILDUNG 14	Materialeffizienztechnologien für die Metall verarbeitende Industrie	82
ABBILDUNG 15	Charakterisierung der Branche Oberflächentechnik	86
ABBILDUNG 16	Kostenverteilung in der Galvanotechnologie	87
ABBILDUNG 17	Ansatz für eine die Prozesskette übergreifende Betrachtung	89
ABBILDUNG 18	Verbesserungen innerhalb eines Prozessclusters, hier der Galvanotechnik, hängen von vor- und nachgelagerten Prozessen ab	90
ABBILDUNG 19	Bedeutung der untersuchten Rohstoffe für Baden-Württemberg und mögliche Nachfrageerhöhung durch Wirtschaftswachstum (markiert durch rote Pfeile)	96
ABBILDUNG 20	Bedeutung einzelner Ansatzpunkte zur Materialeinsparung in diversen KMU (29 % Anteil Maschinen- und Anlagenbau)	102
ABBILDUNG 21	Beispiel für einen Vergleich der Lebenszykluskosten eines chemischen Produktionsverfahrens im Batch- oder mikroverfahrenstechnischen Betrieb während der Nutzungsphase	103
ABBILDUNG 22	Potenzieller Beitrag der einzelnen Stufen einer Prozesskette zu mehr Ressourceneffizienz	106
ABBILDUNG 23	Werkstoffverteilung im Golf 7	110
ABBILDUNG 24	Kaskadennutzung eines Bauteils am Beispiel Pkw-Motor	113
ABBILDUNG 25	Zukünftiger Trend der Druckverfahren	118
ABBILDUNG 26	Produktion von Papier, Karton und Pappe nach Sorten in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2014 (in 1.000 t)	119
ABBILDUNG 27	Umsatz der Druckindustrie in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2014 (in Mio. EUR)	121
ABBILDUNG 28	Produktionsvolumen der deutschen Druckindustrie im Jahr 2014 (in Mio. EUR)	121
ABBILDUNG 29	Kosten und Preisentwicklung in der Druckindustrie	122
ABBILDUNG 30	Mengen der für die Papierherstellung insgesamt verwendeten Roh- und Hilfsstoffe	123

ABBILDUNG 31	Wasserverbrauch der Papierindustrie	124
ABBILDUNG 32	Energieeinsatz pro Tonne Produktion (KWh) zur Herstellung von Papier	125
ABBILDUNG 33	Marktstatistik zu verkauften Druckfarben in Deutschland	126
ABBILDUNG 34	Abfallaufkommen der deutschen Papierindustrie im Jahr 1997	128
ABBILDUNG 35	Aufschlüsselung der Papierverluste nach Produkten (hier Prospekt) und Prozessschritten, bei denen die Verluste auftreten	129
ABBILDUNG 36	Umsatzanteile der Fachbereiche der Elektro- und Elektronikindustrie in Deutschland	133
ABBILDUNG 37	Übersicht zu Material- und Wareneingang in verschiedenen Fachbereichen der Elektronikindustrie	134
ABBILDUNG 38	Materialeinsparpotenzial in der Elektroindustrie auf Basis einer Selbsteinschätzung der Unternehmen	138
ABBILDUNG 39	Herstellung von Neodym-Dauermagneten für Elektromotoren	139
ABBILDUNG 40	Prozentuale Verteilung der verarbeiteten Kunststoffe nach relevanten Branchen im Jahr 2013	144
ABBILDUNG 41	Kautschukverbrauch in Deutschland nach Verwendungszwecken im Jahr 2014	146
ABBILDUNG 42	Unternehmensbereiche mit unterschiedlichen Funktionen (Unternehmensfunktionen) ...	153
ABBILDUNG 43	Hemmnisse – Ausweisung nach Unternehmensgrößen	157

TABELLENVERZEICHNIS

TABELLE 1	Eckdaten der zehn umsatzstärksten Wirtschaftszweige im verarbeitenden Gewerbe in Baden-Württemberg	8
TABELLE 2	Produktion ausgewählter Rohstoffe in Deutschland im Jahr 2013 (in 1.000 t)	14
TABELLE 3	Importmengen von Ferrolegierungen sowie Erzen und Konzentraten von Veredelungsmetallen nach Deutschland im Jahr 2013	15
TABELLE 4	Import- und Produktionsmengen von Nichteisenmetallen in Deutschland im Jahr 2013	17
TABELLE 5	Import von Edelmetallen nach Deutschland im Jahr 2013	18
TABELLE 6	Import- und Exportmengen von sonstigen Metallen in Deutschland im Jahr 2013	19
TABELLE 7	Einsatzgebiete ausgewählter Rohstoffe	21
TABELLE 8	Darstellung ausgewählter Importmengen nach Warenuntergruppen bezogen auf Gesamtdeutschland und Baden-Württemberg für das Jahr 2014	24
TABELLE 9	Verwendung ausgewählter Industriemetalle in Deutschland, gemessen am weltweiten Verbrauch 2013	26
TABELLE 10	Übersicht zu den zentralen Inhalten und Vorgehensweisen sowie Ergebnissen ausgewählter Studien, die sich mit Kritikalität von Rohstoffen befassen	28
TABELLE 11	Rohstoffpool für die Detailanalyse im Rahmen der Studie „Analyse kritischer Rohstoffe für die Landesstrategie Baden-Württemberg“	30
TABELLE 12	Darstellung der Top 10-Ergebnisse der einzelnen Bewertungskriterien der Rohstoffe	31
TABELLE 13	Handlungsempfehlungen für Unternehmen zur Reduzierung des Rohstoffrisikos	33
TABELLE 14	Überblick zu den Handlungsfeldern des deutschen Ressourceneffizienzprogramms (ProgRess II) ..	37
TABELLE 15	Steigerung der betrieblichen Ressourceneffizienz – Bewertung der Effekte von Managementinstrumenten	44
TABELLE 16	Materialeinsparpotenziale und errechnete Kosteneinsparungen in den Branchen des verarbeitenden Gewerbes	58
TABELLE 17	Bekannter Rohstoffbedarf in Deutschland und Importabhängigkeit im Jahr 2011	69
TABELLE 18	Globaler Bedarf ausgewählter mineralischer, nicht energetisch genutzter Rohstoffe in der chemischen Industrie	71
TABELLE 19	Beschäftigte und Umsatz der Betriebe in der Metall be- und verarbeitenden Industrie im Jahr 2014	79
TABELLE 20	Kosteneinsparung basierend auf dem durchschnittlichen Materialeinsparpotenzial nach Branchen	81
TABELLE 21	Vergleichbare Umsatzsteigerung verschiedener Branchen im Gegensatz zur möglichen Kosteneinsparung durch Materialeinsparpotenziale	82
TABELLE 22	Darstellung der Branche Oberflächenveredelung mit ihren Prozessketten	85
TABELLE 23	Empfohlene Maßnahmen nach Cleaner Production zur Steigerung der Effizienz in der Oberflächentechnik	88
TABELLE 24	Beispiele für neue Verfahren aus der Oberflächenbeschichtung	90
TABELLE 25	Globaler Rohstoffbedarf für stationäre SOFC-Systeme (in t)	93
TABELLE 26	Globaler Bedarf ausgewählter mineralischer, nicht energetisch genutzter Rohstoffe in der Metallindustrie und im Maschinen- und Anlagenbau	95
TABELLE 27	Abschätzung der theoretischen Potenziale für Rohstoffe aus gewerblichen Abfällen, aufgeschlüsselt nach Branchen (in kg/a)	98
TABELLE 28	Abschätzung des theoretischen Wertstoffpotenzials für die Abfallart „ölhaltige Metallschlämme“	99
TABELLE 29	Für die baden-württembergische Metallindustrie, Maschinen- und Anlagenbau bedeutsame Rohstoffe und deren Gewinnungspotenzial aus Abfällen	100
TABELLE 30	Gestaltungshinweise zur nachhaltigen Ausrichtung	102

TABELLE 31	Anzahl der Betriebe und Beschäftigten sowie Umsatz in der Automobilindustrie 2015	107
TABELLE 32	Globaler Rohstoffbedarf für Hybridfahrzeuge (in t)	108
TABELLE 33	Angaben zu ausgewählten Metallen beim Brennstoffzellen-Antriebsstrang	108
TABELLE 34	Globaler Rohstoffbedarf für Brennstoffzellenfahrzeuge (in t/a)	109
TABELLE 35	Inlandsproduktion deutscher Hersteller von Personenkraftwagen (1960–2015)	111
TABELLE 36	Abschätzung der theoretischen Potenziale für Rohstoffe aus Abfällen der Automobilindustrie, aufgeschlüsselt nach Branchen (in kg/a)	112
TABELLE 37	Globaler Stahlbedarf für Karosseriebleche von Fahrzeugen (in t)	115
TABELLE 38	Papierindustrie in Zahlen 2013	120
TABELLE 39	Verbrauch Rohstoffe in Deutschland – Papier- und Zellstoffindustrie	124
TABELLE 40	Produktionsmengen in Bayern 2011, Fasermengenströme und Faserverluste bei der Papierherstellung	127
TABELLE 41:	Auszug aus einem Vorschlag zur Kennzahleneinführung für eine Bogenoffsetdruckerei mit derzeitigen Verlustwerten	129
TABELLE 42:	Beschäftigte und Umsatz der Betriebe in der Elektro- und Elektronikindustrie in Deutschland und Baden-Württemberg im Jahr 2014	133
TABELLE 43:	Globaler Kupferbedarf ausgewählter Zukunftstechnologien (in t)	135
TABELLE 44:	Theoretisches Potenzial an wirtschaftsrelevanten Rohstoffen in Leiterplatten von PC, Laptop, Digitalkamera, Mobiltelefon, DVD-Spieler und Videokamera in baden-württembergischen Haushalten 2010	140
TABELLE 45	Abschätzung theoretisches Gesamtpotenzial für ausgewählte Rohstoffe aus gewerblichen Abfällen in der Elektroindustrie (WZ 26, 27)	141
TABELLE 46	Beschäftigte und Umsatz der Betriebe in der Kunststoff verarbeitenden Industrie 2014	143
TABELLE 47	Absolute und prozentuale Produktionsmenge verschiedener Kunststoffarten im Jahr 2013	145
TABELLE 48	Analysierte interne Hürden und Hemmnisse im produzierenden Gewerbe	152
TABELLE 49	Hemmnisse zur Materialeffizienz bezogen auf verschiedene Branchen	158
TABELLE 50	Analysierte direkte unternehmensexterne Hürden und Hemmnisse	160
TABELLE 51	Übersicht zu den in den Kritikalitätsstudien betrachteten Rohstoffen	XXVII
TABELLE 52	Vergleich der wichtigsten importierten Metalle in Deutschland mit den als kritisch eingestufteten Rohstoffen aus verschiedenen Kritikalitätsstudien	XXIX
TABELLE 53	Reserven, Ressourcen und Reichweiten ausgewählter Rohstoffe (nach Frondel et al. 2005)	XXXI

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

0 – 9

3-D dreidimensional

A

AACC Anytime Anywhere Communication
and Computing

Ag Silber

Al Aluminium

a. n. g. anderweitig nicht genannt

B

B2B Business-to-Business

B2C Business-to-Consumer

BASF AG Badische Anilin- & Soda-Fabrik
Aktiengesellschaft

Be Beryllium

BEST Betriebliches Energie- und
Stoffstrommanagement-Programm

BGR Bundesanstalt für Geowissenschaften
und Rohstoffe

Bi Bismut

bifa bifa Umweltinstitut GmbH

BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung

BMUB/ BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

BMWi Bundesministerium für Wirtschaft

Bsp. Beispiel

bspw. beispielsweise

bvdm Bundesverband Druck und Medien e. V.

BZ Brennstoffzelle

bzgl. bezüglich

bzw. beziehungsweise

C

ca. circa

CCS Carbon Capture and Storage

CCU Level Cascade Use Level

CD Compact Disk

CDU Christlich Demokratische Union Deutschlands

CFK Kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff

Co Kobalt

CO₂ Kohlenstoffdioxid

Cr Chrom

CRM Customer Relationship Management

Cu Kupfer

CVD Chemical Vapor Deposition

D

d. h. das heißt

DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik
und Biotechnologie e. V.

demea Deutsche Materialeffizienzagentur

DERA Deutsche Rohstoffagentur

DIN Deutsches Institut für Normung

DIP deinked pulp

E

EBM Electron Beam Melting

EDV Elektronische Datenverarbeitung

EMAS Eco-Management and Audit Scheme

e-Mobilität Elektromobilität

EN Europäische Norm

et al. et alii (m), et aliae (f), et alia (n) (= und andere)

etc. et cetera

EU Europäische Union

EUR Euro

F

Fe Eisen

FEM Finite-Elemente-Methode

ff. folgende

FMEA Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse

Fraunhofer ISI Fraunhofer-Institut für System- und
Innovationsforschung

FuE Forschung und Entwicklung

G

g Gramm

Ga Gallium

Ge Germanium

g/m² Gramm pro Quadratmeter

GFK Glasfaserverstärkter Kunststoff

H

HCCI Homogene Kompressionszündung
(Homogeneous Charge Compression Ignition)

HDB hochfest duktil bainitisch

Hg Quecksilber

HR Human Resources

HWK Handwerkskammer

I

IAW	Institut für Angewandte Wirtschaftsforschung
IHK	Industrie- und Handelskammer
i. H. v.	in Höhe von
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
In	Indium
inkl.	inklusive
in situ	vor Ort
Inh.	Angabe des Metallinhalts in Tonnen
IPA	Isopropanol
IR	Infrarot
ISO	International Organization for Standardization
ISWA	Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft
IT	Informationstechnik
IZT	Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung

K

k. A.	keine Angabe
KEA	kumulierter Energieaufwand
kg	Kilogramm
kg/a	Kilogramm pro Jahr
KMU	kleine und mittlere Unternehmen
KOM	Europäische Kommission
KVP	kontinuierlicher Verbesserungsprozess
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunden

L

l	Liter
LCA	Life Cycle Assessment
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light-Emitting Diode
Li	Lithium
LMD	Laser Metal Deposition
LUBW	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

M

m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
MEM	Maschinen, Elektro und Metall
Mg	Magnesium
Mio.	Million
MJ	Megajoule
MMA	Methylmethacrylat
MMB	Institut für Medien- und Kompetenzfeldforschung
MMSRO	Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik
Mn	Mangan
Mo	Molybdän
Mrd.	Milliarde
Mt	Megatonne
μVT	Mikroverfahrenstechnik

N

NaWaRo	nachwachsende Rohstoffe
Nb	Niob
Nd	Neodym
NE	Nichteisen
NiMH	Nickel-Metallhydrid

O

o. g.	oben genannt
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
ÖKOPROFIT	Ökologisches Projekt für integrierte Umwelt-Technik

P

PA	Polyamide
Pb	Blei
PBT	Polybutylenterephthalat
PC	Personal Computer
Pd	Palladium
PE-HD	Polyethylen High Density
PE-LD/LLD	Polyethylen Low Density/ Polyethylen Linear Low Density
PET	Polyethylenterephthalat
PIUS	Produktionsintegrierter Umweltschutz
Pkw	Personenkraftwagen
PP	Polypropylen

PS	Polystyrol
PS-E	Polystyrol Expandiert
Pt	Platin
PTFE	Polytetrafluorethylen
PVD	Physical Vapor Deposition
PZT	Blei-Zirkon-Titanat

Q

QFD	Quality Function Deployment
QuB	Qualitätsverbund umweltbewusster Systeme

R

RE	Ressourceneffizienz
Re	Rhenium
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
RFID	Radio-Frequency Identification
Rh	Rhodium
RoHS	Restriction of Hazardous Substances
RWI	Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung e. V.

S

S.	Seite
S. A. F. E.	Schweizerische Agentur für Energieeffizienz
Sb	Antimon
Sc	Scandium
Se	Selen
SETAC	Society of Environmental Toxicology and Chemistry
Si	Silicium
SLM	Selective Laser Melting
SEM	Seltenerdmetalle
Sn	Zinn
SOFC	Solid Oxide Fuel Cells
sog.	sogenannt
Sr	Strontium

T

t	Tonne
t/a	Tonnen pro Jahr
Ta	Tantal
TCO	Total Cost of Ownership
Te	Tellur

Ti	Titan
Tsd.	Tausend

U

u. a.	und andere
u. v. m.	und vieles mehr

V

V	Vanadium
v. a.	vor allem
VBW	Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V.
VCI	Verband der Chemischen Industrie e. V.
VDA	Verband der Automobilindustrie
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau
VDP	Verband Deutscher Papierfabriken e. V.
VerMat	Verbesserung der Materialeffizienz
vgl.	vergleiche

W

W	Wolfram
WEEE	Waste of Electrical and Electronic Equipment
WVM	Wirtschaftsvereinigung Metalle
WZ	Wirtschaftszweig

X

XtL	chemische Industrie
-----	---------------------

Y

Y	Yttrium
---	---------

Z

z. B.	zum Beispiel
Zn	Zink
Zr	Zirkonium
ZRE	Zentrum für Ressourceneffizienz
ZVEI	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V.

HINTERGRUND UND MOTIVATION DER STUDIE

Bereits 1972 zeigte der erste Bericht des Club of Rome „The Limits to Growth“ die Diskrepanz zwischen weltweitem Wachstum und Konsum sowie der Endlichkeit von Ressourcen auf. Eine effektive und effiziente Nutzung von Ressourcen und Materialien wurde erstmals auf die globale Agenda gesetzt. Im Mittelpunkt der damaligen Diskussionen stand die Endlichkeit nicht erneuerbarer Ressourcen. In den vergangenen Jahrzehnten kamen weitere ökonomische, ökologische und soziale Aspekte hinzu, die einen effektiven und effizienten Umgang mit Ressourcen notwendig erscheinen lassen. Zum einen sind mit dem Abbau und der Gewinnung, der Weiterverarbeitung und Entsorgung von Ressourcen teilweise umfangreiche wirtschaftliche Aufwendungen notwendig. Zugleich sind diese Aktivitäten mit erheblichen Auswirkungen auf die natürliche Umwelt verbunden. In den vergangenen Jahren gewann aber auch die ökonomische Perspektive des Themas zunehmend an Bedeutung. Denn ein sparsamer und effizienter Umgang mit Ressourcen wie Rohstoffen und Produktionsmaterialien birgt für produzierende Unternehmen Kosten- und Wettbewerbsvorteile.

Der zunehmende Stellenwert des Themas spiegelt sich auch auf politischer Ebene. Weitere Meilensteine im Nachgang zum ersten Bericht des Club of Rome sind bspw. der Brundtland-Report „Our Common Future“, der ein Leitbild einer „nachhaltigen Entwicklung“ aufzeigt, die Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro 1992 sowie weitere Veröffentlichungen des Club of Rome. Ende des 20. Jahrhunderts fand das Ziel der nachhaltigen Entwicklung Eingang in die Europäische Gemeinschaft. Zu Beginn des 21. Jahrhunderts fand dann eine Forcierung der Ressourceneffizienz auf europäischer und nationaler Ebene statt. Auf europäischer Ebene wurden verschiedene Initiativen ins Leben gerufen, wie bspw. die Initiative „Ressourcenschonendes

Europa“¹ oder der „Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa“.² In Deutschland wurden 2012 das Ressourceneffizienzprogramm „ProgRes“ im Rahmen der Umsetzung der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie beschlossen, überregionale Angebote ins Leben gerufen (bspw. demea, VDI Zentrum Ressourceneffizienz) und auf Ebene der Bundesländer werden und wurden verschiedene Ressourcenstrategien formuliert, entsprechende Aktivitäten angestoßen und gebündelt. Diese Aktivitäten und Initiativen verfolgen das Ziel, die Verfügbarkeit von Rohstoffen zu sichern, Umweltwirkungen bei dem Abbau von Rohstoffen zu reduzieren, aber auch den Umgang mit Rohstoffen und Materialien in den verarbeitenden Unternehmen zu verbessern.

Mit einer Steigerung der Materialeffizienz in produzierenden Unternehmen können eine mengenmäßige Einsparung von Materialien, wie Rohstoffe, Betriebs- und Hilfsstoffe, und damit ebenfalls Kosteneinsparungen erreicht werden. Dies kann durch Maßnahmen beim Einkauf, der Produktion und dem Produkt erreicht werden. Maßnahmen zur Materialeffizienz sind jedoch vielfältig und können für die strategische, operative, organisatorische und administrative Ebene relevant sein.³ So können durch die Reduktion des Materialverbrauchs – bspw. durch den Einsatz neuer Technologien und innovativer Organisationskonzepte – die Umwelt entlastet und die Materialkosten für das Unternehmen reduziert werden.⁴ Der Nutzen kann dabei nicht nur in der direkten Kostensenkung liegen, sondern ebenfalls in verbesserten Produktionsprozessen, Produktinnovationen und einer verbesserten Wettbewerbsfähigkeit.⁵

Angesichts der Bedeutung des Themas für Gesellschaft, Politik und Industrie hat die Ressourceneffizienz im Allgemeinen, aber auch die Materialeffizienz im Speziellen einen hohen Stellenwert in Wissenschaft und Forschung. Neben unzähligen

1 Europäische Kommission 2011b.

2 Europäische Kommission 2011a.

3 Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH/Universität Bremen artec Forschungszentrum Nachhaltigkeit 2013.

4 Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH/Universität Bremen artec Forschungszentrum Nachhaltigkeit 2011b, S. 9.

5 Ebenda, S. 62.

Forschungs- und Entwicklungsprojekten in diesem Themenbereich wurden in den vergangenen Jahren zahlreiche wissenschaftliche Studien und Schriften, die sich mit verschiedensten Aspekten und Facetten der Ressourcen- und Materialeffizienz befassen, veröffentlicht. Diese stellen einerseits gesamtwirtschaftlich die Dringlichkeit des Handlungsbedarfes für einzelne Rohstoffe fest, benennen zu fokussierende Branchen für Materialeffizienz, berechnen Potenziale für einzelne Bereiche und geben erste Handlungsempfehlungen. Andererseits sind Studien verfügbar, die Teilbereiche der Ressourceneffizienz, insbesondere einzelne Effizienzstrategien oder Technologien, sowie den derzeitigen Umsetzungsstand, Hemmnisse und Motivatoren beleuchten. Es liegen also Analysen zur Ressourceneffizienz und insbesondere auch zur Materialeffizienz vor, die Aufschluss zum Entwicklungs- und Erkenntnisstand sowohl in der Breite als auch in der Tiefe geben.

1.1 ZIELSETZUNG UND FOKUS DER METASTUDIE

Vor diesem Hintergrund initiierte der Herausgeber die vorliegende Metastudie „Materialeffizienz im verarbeitenden Gewerbe“. Die Metastudie soll auf Basis der verschiedenen Veröffentlichungen vorliegende Zahlen, Daten und Fakten zur Materialeffizienz zusammentragen und den Entwicklungs- und Erkenntnisstand zur Materialeffizienz im verarbeitenden Gewerbe in Deutschland, insbesondere in Baden-Württemberg, dokumentieren.

Im Folgenden soll kurz darauf eingegangen werden, wie der Begriff „Materialeffizienz“ im Kontext der vorliegenden Studie verstanden wird. Dies ist wichtig, da die Begriffe der Ressourcen-, Material- und auch der Energieeffizienz in Veröffentlichungen teilweise stark vermischt und synonym verwendet werden.

Die vorliegende Studie begreift die Materialeffizienz als Teilaspekt der Ressourceneffizienz. In diesem Sinne bildet die Ressourceneffizienz den übergeordneten Bezugsrahmen für die Materialeffizienz.⁶

Eine umfassende Definition zur Ressourceneffizienz findet sich bspw. in der VDI 4800 Blatt 1. Die Richtlinie definiert Ressourceneffizienz als „Verhältnis eines bestimmten Nutzens oder Ergebnisses zum dafür nötigen Ressourceneinsatz“⁷ und ergänzt,

„die Steigerung der Ressourceneffizienz ist [...] eine Strategie zur relativen oder absoluten Senkung der Ressourcennutzung“.⁸ Ressourcen werden dabei „als Mittel, das in einem Prozess genutzt wird oder genutzt werden kann“⁹ definiert. Sie umfassen alle natürlichen Ressourcen, die nach der Richtlinie in Rohstoffe, Energie, Wasser, Luft, Boden/Flächen und Ökosystemleistung unterteilt werden können.¹⁰ Die VDI 4800 Blatt 1 grenzt „Material“ vom allgemeinen Begriff der Ressource ab und definiert Material als „Stoff oder Stoffgemisch, der oder das für die Herstellung von Produkten bestimmt ist“.¹¹

Dabei kann unter Material ein Rohstoff, aber auch ein höher verarbeiteter Stoff oder ein Stoffgemisch verstanden werden.

Eine spezifischer auf Material gerichtete Definition liefert die durch das deutsche Bundesministerium für Wirtschaft und Energie ins Leben gerufene deutsche Materialeffizienzagentur demea, sie verwendet die Begriffe Rohstoff- und Materialeffizienz. Die demea definiert diese Begriffe wie folgt: „Verhältnis der Rohstoff- und Materialmenge in den erzeugten Produkten zu der Menge der dazu eingesetzten Rohstoffe und Materialien“.¹²

In aller Kürze kann also festgehalten werden, dass die Ressourceneffizienz im Vergleich ein breiteres Spektrum an Ressourcen in die Betrachtung mit einbezieht, nämlich die aller natürlichen Ressourcen einschließlich Boden, Wasser, Luft etc., während die Materialeffizienz spezifisch auf Rohstoffe, Werkstoffe und Materialien (in Produkten) abstellt.

In Anlehnung an diese Definitionen stellt die vorliegende Metastudie natürliche Ressourcen in Form von Erzen, Industrie- und Baumineralien, stofflich genutzte fossile¹³ und biotische Rohstoffe und höher verarbeitete Stoffe aus diesen Rohstoffen sowie Betriebs- und Hilfsstoffe, die für eine Herstellung von Produkten bestimmt sind, in den Mittelpunkt der Betrachtung. Die Berücksichtigung energetisch genutzter fossiler und biotischer Rohstoffe sowie der Ressourcen Boden, Wasser, Luft und Biosphäre erfolgt nicht. Abbildung 1 zeigt die Unterteilung der natürlichen Ressourcen und den damit verbundenen Fokus der Studie.

Als Materialeffizienz wird im Folgenden – im Sinne der VDI 4800 Blatt 1 – das Verhältnis des Produktnutzens zu dem dafür notwendigen Materialaufwand betrachtet.

6 Ein vergleichbares Verständnis findet sich auch in: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH/Universität Bremen artec Forschungszentrum Nachhaltigkeit 2011a, S. 17.

7 Verein Deutscher Ingenieure 2014, S. 9.

8 Ebenda.

9 Ebenda, S. 8.

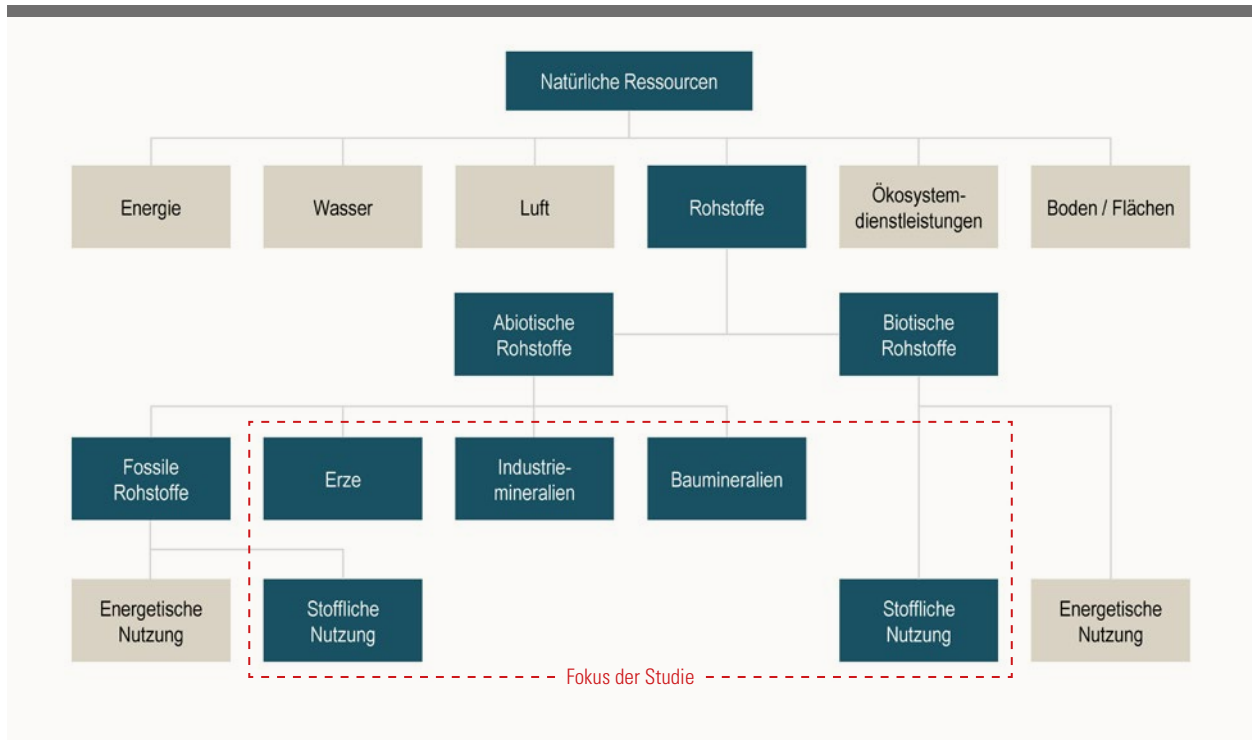
10 Ebenda, S. 14

11 Ebenda, S. 7

12 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016b.

13 Erdöl ist ein wichtiger Rohstoff in der chemischen Industrie und wird dort in stofflicher Form genutzt.

Abbildung 1: Fokus der Studie in Bezug auf die betrachteten Ressourcen¹⁴



14 Eigene Darstellung in Anlehnung an Verein Deutscher Ingenieure 2014 und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit 2016.

VORGEHENSWEISE DER UNTERSUCHUNG

Bei der vorliegenden Untersuchung handelt es sich methodisch um eine Metastudie bzw. eine Sekundäranalyse bereits vorhandener Daten. Das heißt, dass die Erkenntnisse und Ergebnisse, die in qualitativer und quantitativer Form vorliegen, aus einer Vielzahl von öffentlich zugänglichen Veröffentlichungen und Studien miteinander verglichen und unter spezifischen Fragestellungen ausgewertet werden.

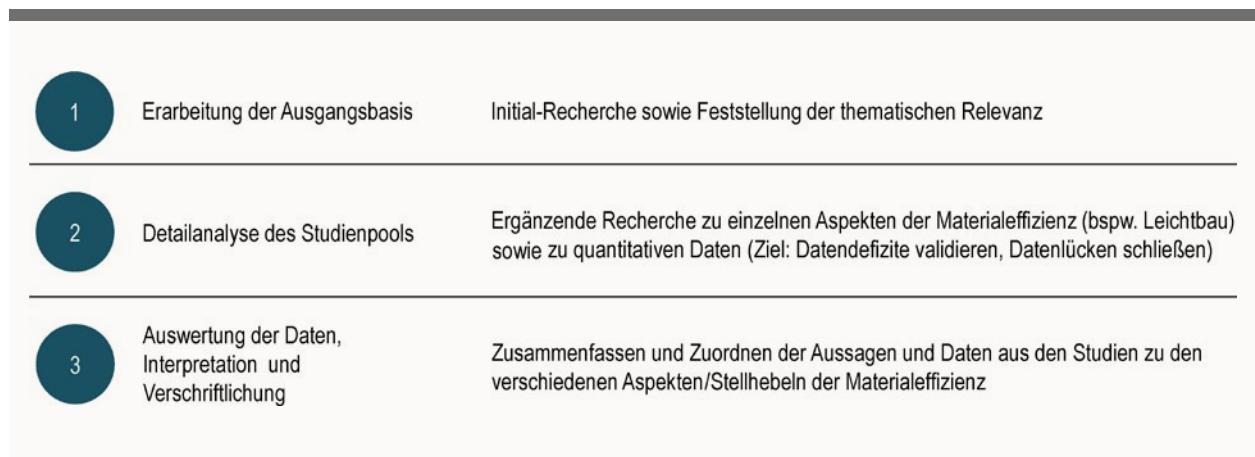
2.1 ENTWICKLUNG DES VORGEHENSMODELLS

Im Vorfeld der Analyse des verfügbaren Datenmaterials wurde ein Vorgehensmodell entwickelt, um die Veröffentlichungen unter einem gleichen Fokus zu betrachten und auszuwerten. Das verfügbare Datenmaterial umfasst Studien und Veröffentlichungen im Auftrag von Ministerien und Verbänden, Fachartikel von Experten zu spezifischen Themen, Informationsmaterialien von Verbänden und Unternehmen sowie statistisches Datenmaterial. Aufgrund der Verschiedenheit der Veröffentlichungen und der damit verbundenen inhaltlichen Tiefe und Breite ist eine einheitliche Vorgehensweise zur Auswertung der Studien und Veröffentlichungen unabdingbar.

Abbildung 2 zeigt schematisch das entwickelte Vorgehensmodell. Auf Basis einer breit angelegten Literaturrecherche konnte eine Vielzahl von Veröffentlichungen und Studien identifiziert werden, die mit dem Schlagwort „Materialeffizienz“ verknüpft werden können. Die ermittelten Veröffentlichungen wurden in einer ersten groben Analyse auf ihre weitere inhaltliche Eignung und Relevanz für die Metastudie geprüft. Ein Teil der ermittelten Studien wurde von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen, da diese bei näherer Betrachtung keine thematische Relevanz erkennen ließen. Für die anschließende detaillierte Analyse der Veröffentlichungen wurden sog. Leitfragen formuliert, die das Gerüst für die Auswertung der Veröffentlichungen darstellen. Bei der Detailanalyse der Veröffentlichungen zeigte sich, dass diese zum Teil auf weitere, bisher nicht berücksichtigte Veröffentlichungen (Primärdaten) verweisen, aber auch weitere spezifische Sachverhalte aufzeigen, die durch ergänzende Recherchen zu beleuchten versucht wurden.

Nachfolgend wird insbesondere auf die Leitfragen und die Datenquellen näher eingegangen.

Abbildung 2: Vorgehensweise der Metastudie (eigene Darstellung)



LEITFRAGEN

In enger Abstimmung mit dem Auftraggeber erfolgte die Definition von sechs zentralen Fragen, die nachfolgend auch Leitfragen genannt werden. Die Leitfragen sind ein Hilfsmittel, um den Entwicklungs- und Erkenntnisstand der Materialeffizienz, der in den Veröffentlichungen und Studien beschrieben ist, zu extrahieren und später zu dokumentieren. Wie bereits erwähnt, bilden die Leitfragen das Gerüst für die Analyse der Veröffentlichungen und Studien und stellen den Fokus dar, unter dem die Veröffentlichungen betrachtet und ausgewertet werden sollen.

- > Welche **Ressourcen (Materialien/Rohstoffe)** besitzen eine hohe Bedeutung für das verarbeitende Gewerbe in Deutschland/Baden-Württemberg?
- > Welche **Branchen** sind von den Ressourcen (Materialien/Rohstoffen) mit hoher Bedeutung betroffen?
- > Welche **Effizienzpotenziale** werden für die Ressourcen (Materialien/Rohstoffe) in den identifizierten Bereichen laut den Studien berechnet?
- > Durch welche **Strategien, Technologien und Maßnahmen** sollen diese Potenziale geschöpft werden? Welche Handlungsempfehlungen wurden abgeleitet und empfohlen?
- > Wie ist der zeitliche **Entwicklungs- und Umsetzungsstand** von Strategien, Technologien und Maßnahmen? Welche Strategien, Technologien und Maßnahmen sind bereits verfügbar, welche müssen entwickelt werden?
- > Bei welchen Ressourcen (Materialien/Rohstoffen) sollten Unternehmen mit **Effizienzanstrengungen** ansetzen?

DATENQUELLEN

Neben den Leitfragen ist der Pool an Studien und Veröffentlichungen, die analysiert werden sollen, ein wesentliches Element der Sekundäranalyse. Die Erarbeitung (Erfassung und Auswahl relevanter Studien) des Studien-Pools umfasst daher mehrere Schritte, die nachfolgend dargestellt werden.

Um ein möglichst vollständiges Set an relevanten Studien und Veröffentlichungen zu erhalten, wurde zunächst eine Recherchematrix zur Materialeffizienz (Synonyme, Assoziationen) erstellt, auf deren Basis verschiedene Bibliothekskataloge, Datenbanken und das Web nach Veröffentlichungen durchsucht wurden. Diese weit angelegte Suche ergab zunächst mehr als 250 Veröffentlichungen, die sich mit verschiedenen Aspekten des Themas Materialeffizienz befassen.

Bevor die Studien einer Detailanalyse zur Beantwortung der Leitfragen unterzogen wurden, erfolgte eine Grobanalyse, welche die Studien nach bestimmten Kriterien filtern sollte, um die inhaltliche Relevanz der Studien festzustellen. Dazu erfolgte neben der Erfassung allgemeiner Daten zu den Studien (Titel, Verfasser, Unterscheidung zwischen Primär- und Sekundärerhebung/-analyse) auch eine Beurteilung anhand folgender Kriterien:

- > **Fokus der Studie:** Dieses Kriterium beschreibt den Fokus bzw. die Betrachtungsebene der Studie. Entsprechende Betrachtungsebenen sind: Europa, Bund/Deutschland, Land (Baden-Württemberg oder ein anderes Bundesland), Sektor, Branche, Prozess/Verfahren, Technologie, Produkt, Unternehmenstyp/Unternehmensgröße.
- > **Vorhandensein von quantitativen Daten:** Weiterhin wurde geprüft, ob die Veröffentlichungen neben qualitativen Aussagen insbesondere quantitative Daten enthalten.
- > **Ressourcen:** Die Veröffentlichungen adressieren eine Vielzahl von verschiedenen Materialien/Ressourcen, die im Mittelpunkt von Bemühungen und Maßnahmen der Materialeffizienz stehen. Diese Vielfalt wird im Kriterium „Ressource“ erfasst. Mögliche Ausprägungen des Kriteriums sind: Produkt, Bauteil/Baugruppe, Komponente, Produktabfall, Rohstoff, Produktionsmaterial, Rohstoffabfall, Hilfs- und Betriebsmittel.

- > **Art der Optimierung/Strategie:** Genauso vielfältig wie die Materialien/Ressourcen, deren Einsatz verbessert werden soll, sind die vorgeschlagenen Maßnahmen und Strategien. Diese werden im Kriterium „Art der Optimierung/Strategie“ beschrieben. Mögliche Ausprägungen des Kriteriums sind: Optimierung (Steigerung/Reduzierung) des Einsatzes von Hilfs- und Betriebsstoffen, Optimierung (Steigerung/Reduzierung) des Einsatzes von Produktionsmaterial, Substitution (Material-, Werkstoffsubstitution), Kreislaufführung, Verwertung, Recycling, neue Businessmodelle/Geschäftsmodelle, Umsetzung von Leichtbau (Materialsubstitution, Leichtbauprinzipien etc.) und weitere.
- > **Handlungsempfehlungen:** In diesem Kriterium wurde erfasst, ob die Studien Handlungsempfehlungen enthalten und wer Adressat/Zielgruppe dieser Empfehlungen ist. Als mögliche Kategorien wurden Politik, Wissenschaft und Industrie identifiziert.

Zur zusammenfassenden Beurteilung der inhaltlichen Relevanz der Studien wurden diese auf Basis einer mehrstufigen Skala bewertet. Diese Skala berücksichtigt bspw., ob und in welchem Umfang die Veröffentlichungen Informationen und Daten mit Blick auf die Leitfragen enthalten. Infolgedessen wurden Studien, die Informationen und Daten zu mehreren Leitfragen lieferten, als relevanter eingestuft als Studien, die nur einen oder Teilaspekte der Leitfragen adressierten. Aufgrund dieser Beurteilung der initial gefundenen Studien wurden für eine vertiefende Analyse zunächst 150 Veröffentlichungen priorisiert.

Die anschließend durchgeführte quantitative und qualitative Analyse erfolgte nur für die als geeignet eingeschätzten Studien und Veröffentlichungen. Die inhaltliche Ausrichtung dieser Detailanalyse erfolgte unter dem Fokus der Erfassung von quantitativen und qualitativen Informationen zur Beantwortung der Leitfragen. Dabei wurde versucht, sowohl Daten mit einem Bezug auf Gesamtdeutschland als auch Baden-Württemberg zu extrahieren.

Die detaillierte Betrachtung der Veröffentlichungen zeigte, dass die initiale Bewertung der Studien für die benötigte Informationstiefe nicht immer ausreichend war. So zeigten Veröffentlichungen, die mit mehreren Leitfragen in Verbindung gebracht werden konnten, zwar relevante Aspekte zur Beantwortung dieser Fragen auf, jedoch nicht immer in der gewünschten Detailtiefe. Dies konnte in spezifischen Fällen darauf zurückgeführt werden, dass es sich bei den Veröffentlichungen ebenfalls um sog. Sekundäranalysen handelt. In der Regel enthielten diese Veröffentlichungen jedoch Informationen zu relevanten Primärveröffentlichungen und zum Teil zu Primärdatenquellen, die für die weitere Erarbeitung der Metastudie zusätzlich genutzt wurden, sofern diese zugänglich waren.

Die detaillierte Betrachtung der Veröffentlichungen aus dem initialen Pool an Studien zeigte aber auch weitergehende Informationsdefizite auf, sodass im Verlauf der Untersuchung zum Teil ergänzende Literaturrecherchen zu spezifischen Themenbereichen (bspw. zu einzelnen Materialeffizienzstrategien) erfolgten. In Summe wurden letztlich Daten aus ca. 200 Quellen (Studien und Veröffentlichungen) für die Erstellung der Metastudie verwendet.

BRANCHENAUSWAHL

Wie dargestellt, verfolgt die Studie das Ziel, den Entwicklungs- und Erkenntnisstand zur Materialeffizienz im verarbeitenden Gewerbe aufzuzeigen, mit einem besonderen Fokus auf Baden-Württemberg. Diese Fokussierung erfolgt insbesondere in den Betrachtungen zu Potenzialen und Maßnahmen in spezifischen Branchen des verarbeitenden Gewerbes. Das verarbeitende Gewerbe trug im Jahr 2014 mit 138,1 Mrd. EUR (entspricht ca. 35 %) zur Bruttowertschöpfung in Baden-Württemberg bei (insgesamt 394,19 Mrd. EUR).¹⁵ Als Grundlage zur Ermittlung relevanter Branchen in Baden-Württemberg erfolgte eine Betrachtung der Daten des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg zu Unternehmen und Betrieben nach der sog. Wirtschaftszweiggliederung. Die Wirtschaftszweiggliederung ist eine in der amtlichen Statistik genutzte Klassifikation zur Zuordnung von Unternehmen zu spezifischen Kategorien.

Die Auswahl der zu betrachtenden Branchen erfolgt – unter Berücksichtigung der Zielsetzung, aber auch in Abstimmung mit dem Auftraggeber – nur im Rahmen des Abschnitts C „Verarbeitendes Gewerbe“ und der darunter fallenden Abteilungen auf Ebene der zweistelligen Wirtschaftszweige.

Die Eckdaten für die zehn umsatzstärksten Wirtschaftszweige auf zweistelliger Ebene für das verarbeitende Gewerbe in Baden-Württemberg in 2014 können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Die in Tabelle 1 dargestellten Branchen sind für mehr als 80 % des Umsatzes im verarbeitenden Gewerbe in Baden-Württemberg verantwortlich.

Tabelle 1: Eckdaten der zehn umsatzstärksten Wirtschaftszweige im verarbeitenden Gewerbe in Baden-Württemberg¹⁶

Abteilung (zweistelliger WZ)	Anteil am gesamten Umsatz des verarbeitenden Gewerbes in Baden-Württemberg [in %]
17 – Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus ¹⁷	2,1
24 – Metallerzeugung und -bearbeitung	2,5
21 – Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	2,7
20 – Herstellung von chemischen Erzeugnissen	3,4
22 – Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	4,0
26 – Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen	4,2
27 – Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	6,7
25 – Herstellung von Metallerzeugnissen	7,2
28 – Maschinenbau	21,6
29 – Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen	29,6

¹⁵ Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2016.

¹⁶ Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg 2015.

¹⁷ Mit einem Anteil von 4,4 % am Umsatz zählt die „Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln“ (WZ 10) mit zu den zehn umsatzstärksten Wirtschaftszweigen in Baden-Württemberg. Diese Branche wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber für eine vertiefende Betrachtung ausgeschlossen. Dafür sollte im Rahmen der Studie eine detaillierte Betrachtung des WZ 17 „Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus“ erfolgen.

2.2 INHALTLICHER AUFBAU DER METASTUDIE

Wie eingangs erwähnt, verfolgt die Metastudie das Ziel, den aktuellen Erkenntnis- und Ergebnisstand im Themenfeld „Materialeffizienz im verarbeitenden Gewerbe“ zu dokumentieren. Auf Basis der extrahierten Daten und Fakten aus den verfügbaren Studien werden fünf verschiedene Facetten der Materialeffizienz in den nachfolgenden Kapiteln betrachtet:

- > **Rohstoff- und Materialfacette:** Im Rahmen dieses ersten inhaltlichen Kapitels erfolgt zunächst die Darstellung der Versorgungslage mit spezifischen Rohstoffen und Materialien in Deutschland. Hierzu werden Fördermengen, aber auch Importmengen einzelner Rohstoffe aus den Bereichen Industriemetalle, Industriemineralien, Steine und Erden dargestellt. Um dem Fokus „Baden-Württemberg“ Rechnung zu tragen, werden zusätzlich Importmengen von ausgewählten Warengruppen (zum Teil weiterbearbeitete Rohstoffe) dargestellt.
Ein weiterer Aspekt, der in dem Kapitel thematisiert wird, sind die Gründe, warum der Einsatz spezifischer Rohstoffe aber auch Produktionsmaterialien für Unternehmen „kritisch“/„knapp“ sein kann. Neben der Betrachtung allgemeiner Kriterien wird die Versorgungskritikalität spezifischer Rohstoffe dargestellt.
Abschließend werden politische Ziele und Initiativen auf europäischer, deutscher und baden-württembergischer Ebene aufgezeigt, die im Zusammenhang mit der Materialeffizienz bestehen.
- > **Strategiefacette:** Im zweiten Kapitel der Metastudie liegt der Fokus auf der Darstellung und Beschreibung von Strategien, die zu einer Verbesserung der Materialeffizienz führen sollen. Hierzu erfolgt zunächst eine Unterteilung der Strategien in organisatorisch-institutionelle und technologische Ansätze/Strategien. Neben einer inhaltlichen Beschreibung der Strategien verfolgt das Kapitel das Ziel, etwaige Potenziale, die mit den Strategien verbunden sind, quantitativ und qualitativ darzustellen.
- > **Branchenspezifische Betrachtungen:** In den vorhergehenden Kapiteln erfolgte die Betrachtung verschiedener Facetten der Materialeffizienz ohne bzw. mit schwachem Branchen-/Unternehmensbezug. In den branchenspezifischen Betrachtungen soll ein Übertrag der bisher allgemein dargestellten Informationen auf spezifische Branchen stattfinden. Ziel dabei ist es, u. a. aufzuzeigen, welche Rohstoffe für einzelne Branchen besonders relevant sind und welche Materialeffizienzpotenziale im Zusammenhang mit spezifischen Strategien stehen. Folgende Branchen, die insbesondere für Baden-Württemberg einen hohen Stellenwert haben, werden im Rahmen der Metastudie genauer betrachtet: Chemische Industrie, Metall verarbeitende Industrie, Oberflächenveredelung, Maschinenbau, Automobilindustrie, Elektro- und Elektronikindustrie, Gummi und Kunststoff verarbeitende Industrie sowie Papier- und Druckindustrie.
- > **Hürden- und Hemmnisse:** Trotz entsprechender Potenziale, die Unternehmen durch die Umsetzung von Strategien und Maßnahmen realisieren könnten, behindern verschiedenartige Hürden und Hemmnisse die Realisierung und Ausschöpfung etwaiger Potenziale. Diesem Umstand wird im Kapitel „Hürden und Hemmnisse“ Rechnung getragen.
- > **Handlungsempfehlungen:** Die verschiedenen Studien geben aus der jeweiligen Perspektive Handlungsempfehlungen; diese sollen hier zusammengefasst werden. Darüber hinaus sollen abschließend in der Gesamtschau weitere Handlungsempfehlungen gegeben werden.

ROHSTOFFBEDARF UND ROHSTOFFVERFÜGBARKEIT IM LICHT DER MATERIALEFFIZIENZ

Aus der Bewirtschaftung und Nutzung von natürlichen Ressourcen, wie Rohstoffen, Boden, Energie und anderen Ressourcen, entsteht materieller Wohlstand. Dieser Wohlstand ist die Grundlage für unsere Gesellschaft.

Ein Großteil der uns zur Verfügung stehenden natürlichen Ressourcen ist nicht erneuerbar, d. h. ihr Vorhandensein ist endlich. Das weltweite Bevölkerungswachstum in Verbindung mit dem Wunsch nach einem steigenden Lebensstandard führt dazu, dass die Nachfrage nach Ressourcen weiterhin kontinuierlich zunimmt. Als Folge rechnen Experten damit, dass verschiedene spezifische Rohstoffe in wenigen Jahrzehnten verbraucht sein werden. Die zunehmende Nutzung der verfügbaren Ressourcen führt noch zu anderen Problemen. Beispielsweise ist die Gewinnung, Verarbeitung und Nutzung mit zum Teil erheblichen Umweltbelastungen verbunden. Aber auch die Entsorgung nicht mehr benötigter Produkte und Abfälle, die bei der Nutzung der Ressourcen entstehen, verursacht zusätzliche Umweltbelastungen. Ein kluger sowie sparsamer und effizienter Umgang mit den uns zur Verfügung stehenden Ressourcen bildet, vor dem skizzierten Problemhintergrund, die Basis zur Sicherung einer langfristigen Rohstoffverfügbarkeit.

Der sparsame und effiziente Umgang mit Ressourcen, insbesondere den abiotischen Rohstoffen, die im Fokus der Untersuchung stehen¹⁸, bietet für Unternehmen des produzierenden Gewerbes Kosten- und Wettbewerbsvorteile. Verschiedene Veröffentlichungen beziffern das Einsparpotenzial zur Senkung von Energie- und Materialkosten auf 10 bis 20 %.¹⁹ Nach Baron

et al.²⁰ könnten durch die zu erwartende technische Fortschrittsdynamik und Re-Investitionen in einem Zeitraum von 7 bis 10 Jahren (Basisjahr der Untersuchung war 2005) Materialeinsparpotenziale i. H. v. jährlich 6 Mrd. EUR realisiert werden. Dies entspricht ca. 7 % des Materialeinsatzes.²¹ Durch weitere spezifische Maßnahmen könnten einmalig zusätzliche 8 % oder 7 Mrd. EUR eingespart werden. Distelkamp et al.²² berechnen für einen größeren Zeithorizont in ihrem Gesamtszenario einen Rückgang des Materialverbrauchs um 18 % bzw. 1.000 t bis zum Jahr 2030²³. Dies entspricht in etwa einem um 30 % geringeren Materialverbrauch gemessen am Verbrauch von 2007.²⁴

Eine Befragung von Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe ergab, dass die teilnehmenden Unternehmen ihr Materialeinsparpotenzial im Durchschnitt auf 7 % schätzen (siehe Abbildung 3). Die Realisierung dieser Potenziale würde zu einer jährlichen Materialkostensenkung von 48 Mrd. EUR führen.²⁵

Ansatzpunkte zur Steigerung der Materialeffizienz in den Unternehmen können dabei bspw. sein: Eine optimierte Produktgestaltung, verbesserte Rohstoff- und Materialauswahl, ressourcenoptimierte Produktionssysteme und Weiter- und Wiedernutzung von Materialien und Produkten. Welche konkreten monetären und mengenmäßigen Einsparpotenziale hinter diesen spezifischen Ansatzpunkten liegen, ist jedoch weitestgehend unbekannt.²⁶ Oftmals werden Potenzialstudien an einzelnen, individuellen Fallbeispielen durchgeführt. Eine Skalierung der ermittelten Potenziale auf das verarbeitende Gewerbe in Summe erfolgt dabei nur selten.

18 Im Fokus der Studie steht die Betrachtung sog. abiotischer Rohstoffe, wie Erze, Industriemineralien und Baumineralien sowie stofflich genutzte fossile Rohstoffe, bspw. Erdöl, oder der stofflichen Nutzung biotischer Rohstoffe. Details zum Fokus der Studie können Kapitel 1 entnommen werden.

19 Baron et al. 2005; Kristof et al. 2008.

20 Baron et al. 2005.

21 Ebenda, S. 5.

22 Distelkamp/Meyer/Meyer 2010.

23 Ebenda, S. 45

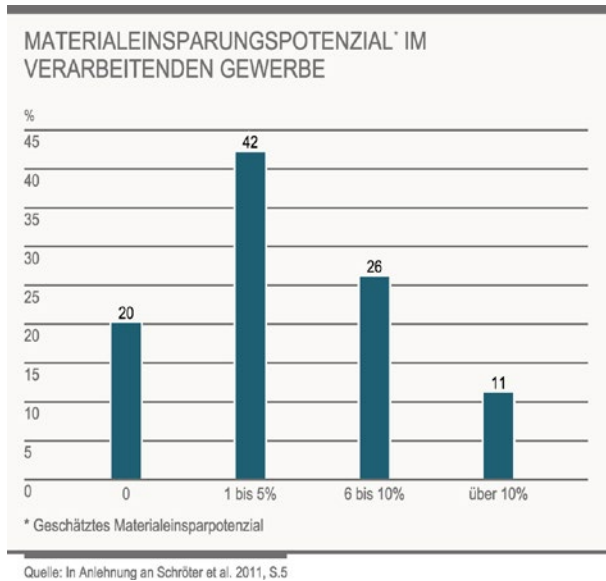
24 Ebenda.

25 Schröter/Lerch/Jäger 2011, dabei differieren die geschätzten Einsparpotenziale in den betrachteten Branchen.

Detaillierte Informationen zu geschätzten Einsparpotenzialen können den spezifischen Branchenkapiteln entnommen werden.

26 Kristof/Hennicke 2010.

Abbildung 3: Materialeinsparungspotenzial im verarbeitenden Gewerbe²⁷



Ein weiterer Nutzen eines effizienten Materialeinsatzes liegt in der Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens/der betroffenen Branche und einer Entlastung der Umwelt.²⁸ Zusätzlich kann Materialeffizienz zu verbesserten Produktionsprozessen und Produktinnovationen führen.²⁹ Den positiven Zusammenhang zwischen der Wettbewerbsfähigkeit einer Volkswirtschaft in Summe und ihrer Ressourcenproduktivität (Ressourcenproduktivität bezeichnet dabei das Verhältnis zwischen dem Produktionsoutput und der für den Produktionsprozess benötigten Ressourcenmenge) zeigt eine Veröffentlichung des BMBF auf.³⁰ Eine Steigerung der Ressourcenproduktivität, aber auch der Wettbewerbsfähigkeit, kann zusätzlich positive Auswirkungen auf die Beschäftigungsanzahl haben und bisher aus dem Ausland bezogene Rostoffe und Halbwaren können durch inländisch produzierte Effizienz substituiert werden.³¹

Hinzu kommt, dass Deutschland ein weltweit führender Exporteur von Ressourceneffizienzlösungen ist. Eine Studie im Auftrag des Bundesumweltministeriums schätzt das globale Marktvolumen des Leitmarktes Rohstoff- und Materialeffizienz im Jahr 2013 auf 367 Mrd. EUR mit starker Wachstumstendenz.³² Die Schätzungen für diesen Leitmarkt liegen für 2025 bei 934 Mrd. EUR.³³

Materialeffizienz kann in verschiedenen Stufen der Wertschöpfung stattfinden. Nach Müller et al.³⁴ können Maßnahmen, die eine Einsparung von Ressourcen bzw. eine effizientere Nutzung von Ressourcen zur Folge haben, in den folgenden Stufen angesiedelt sein: Rohstoffabbau, Grundstoffproduktion, Güterproduktion, Güternutzung und Recycling. Dabei bieten die Stufen unterschiedliche Ansatzpunkte und Potenziale für Materialeffizienz.

Ziel des vorliegenden Kapitels ist es, die Bedeutung spezifischer Rohstoffe für das verarbeitende Gewerbe in Deutschland und speziell in Baden-Württemberg aufzuzeigen sowie die wirtschaftsstrategische Relevanz zu ermitteln.

Hierzu erfolgt für die im Fokus der Studie stehenden Rohstoffe, wie Erze und Metalle, Industriemineralien sowie Steine und Erden, zunächst die Darstellung der aktuellen Versorgungslage in Deutschland. Dies umfasst die Darstellung der Importmengen nach Deutschland und der inländischen Entnahme von Rostoffen (Rohstoffabbau). Für einzelne Rohstoffe kann auf Datenmaterial mit Bezug zu Baden-Württemberg zurückgegriffen werden. Hierzu wurden insbesondere Veröffentlichungen der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe genutzt sowie die Außenhandelsstatistiken für Deutschland und Baden-Württemberg. Anschließend soll aufgezeigt werden, aus welchen verschiedenen Gründen spezifische Rohstoffe „bedeutend“ bzw. „relevant“ sein können. Die Bedeutung eines Rohstoffes kann sich bspw. aus seiner mengenmäßigen Verwendung ergeben oder aus einer Versorgungsunsicherheit. In diesem Kontext wird ein Überblick gegeben, welche Rohstoffe momentan als versorgungskritisch gelten. Zum Abschluss des Kapitels erfolgt die Darstellung politischer Initiativen, die das Ziel haben, die Verfügbarkeit von Rohstoffen zu sichern, aber auch Materialeffizienz im Allgemeinen zu fördern.

²⁷ In Anlehnung an Schröter/Lerch/Jäger 2011, S. 5.

²⁸ Baron et al. 2005; Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH/Universität Bremen artec Forschungszentrum Nachhaltigkeit 2010.

²⁹ Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH/Universität Bremen artec Forschungszentrum Nachhaltigkeit 2011b.

³⁰ Bundesministerium für Bildung und Forschung 2012.

³¹ Baron et al. 2005.

³² Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit 2014.

³³ Ebenda.

³⁴ Müller/Faulstich 2012.

3.1 VERSORGUNGLAGE VON ROHSTOFFEN IN DEUTSCHLAND UND BADEN-WÜRTTEMBERG

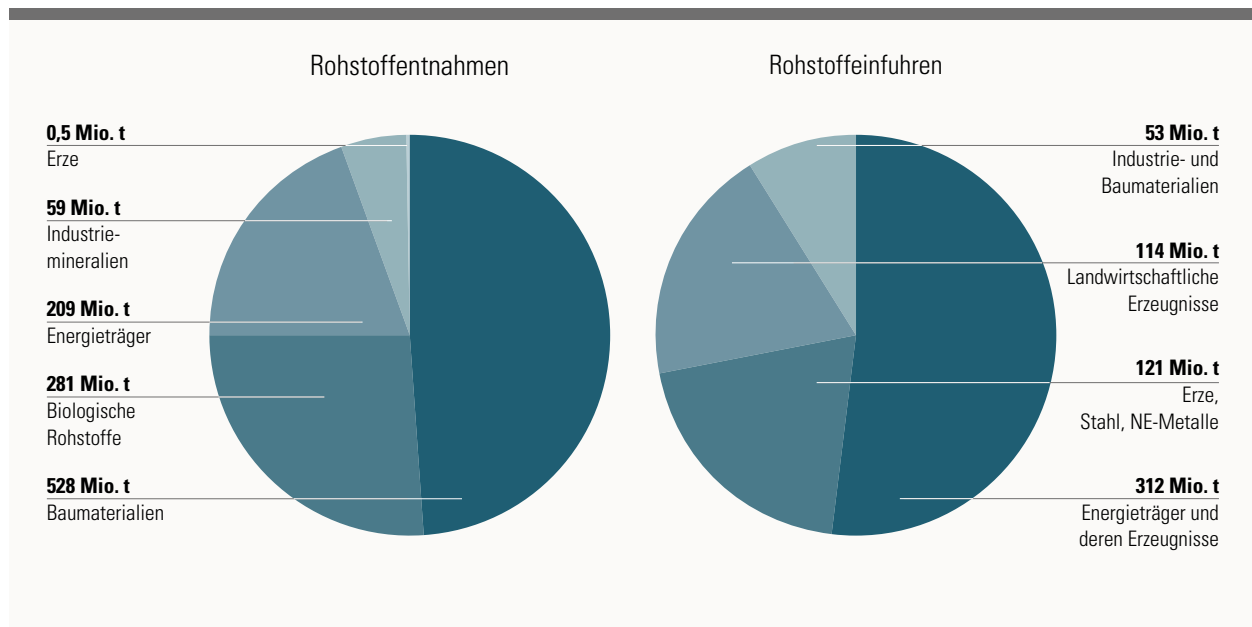
Deutschland gilt als rohstoffarmes Land und ist daher auf den Import von Rohstoffen angewiesen. Ein sparsamer Umgang mit Ressourcen allgemein und insbesondere mit Rohstoffen kann dazu beitragen, die Abhängigkeit von Rohstoffimporten zu senken, die Kosten- und Wettbewerbssituation der deutschen Industrie zu stärken und die Umwelt zu entlasten. Die folgenden Ausführungen beziehen sich, unter Berücksichtigung der Zielsetzung der Studie, auf die Betrachtung von nicht energetischen Rohstoffen, die in die Produktion von Gütern einfließen. Diese nicht energetischen Rohstoffe können in die Untergruppen Steine und Erden, Industriemineralien und Erze unterteilt werden. Rohstoffe, die überwiegend energetisch genutzt werden, wie bspw. Erdöl, das jedoch gleichzeitig die Rohstoffbasis für die chemische Industrie ist, werden in diesem Kapitel nicht berücksichtigt. Hierzu sei auf das spezifische Branchenkapitel verwiesen.

Ziel dieses Kapitels ist es, die Frage zu beantworten, welche Rohstoffe eine hohe Bedeutung für das verarbeitende Gewerbe in Deutschland und speziell für Baden-Württemberg haben. Hierzu soll zunächst der Aspekt der Quantität (Menge) von Ressourcen dargestellt werden. Neben der Betrachtung von Rohstoffen im Sinne von Steinen und Erden, Industriemineralien sowie

Erzen und Metallen sollen auch Handelsprodukte verschiedener Wertschöpfungsstufen in die Betrachtung mit einfließen.

Einen ersten Anhaltspunkt zur Versorgungslage von Rohstoffen (inländische Fördermengen und Importe) sowie deren Nutzung bietet die umweltökonomische Gesamtrechnung. Aus dem Bericht für 2014 zeichnet sich für das Jahr 2012 folgendes Bild ab (siehe dazu Abbildung 4): 1.078 Mio. t an Rohstoffen wurden der Natur in Deutschland entnommen.³⁵ Diese inländische Rohstoffentnahme umfasst Baumaterialien wie Kiese und Sande (528 Mio. t), Energieträger wie Braunkohle (209 Mio. t), Industriemineralien wie Quarzsand und Spezialtone (59 Mio. t), Erzproduktion (0,5 Mio. t) sowie biotische Rohstoffe wie Bäume, Nutzpflanzen und Wildtiere (281 Mio. t).³⁶ Hinzu kommen noch Importe von Rohstoffen. Im Jahr 2012 waren mit 312 Mio. t die Einfuhren von Energieträgern und deren Erzeugnissen die mengenmäßig bedeutendste Rohstoffgruppe.³⁷ Auf Erze, Stahl und Nichteisenmetalle entfielen 121 Mio. t, auf landwirtschaftliche Erzeugnisse 114 Mio. t und auf mineralische Stoffe 53 Mio. t.³⁸ Eine Betrachtung der Importe nach Fertigungsgrad der Güter zeigt Folgendes: 335 Mio. t entfielen auf Rohstoffe, 124 Mio. t auf Halbwaren sowie 142 Mio. t auf Fertigwaren.³⁹ Vergleicht man die Rohstoffentnahme in Deutschland im Jahr 2000 mit der im Jahr 2012, fällt auf, dass diese rückläufig ist. Dies ist insbesondere auf einen Rückgang bei der Gewinnung von Baumaterialien zurückzuführen. Im gleichen Zeitraum nahmen jedoch die Importe zu.

Abbildung 4: Rohstoffentnahmen und Rohstoffeinfuhren in Deutschland im Jahr 2012⁴⁰



35 Statistisches Bundesamt 2014d, S. 40.

36 Ebenda.

37 Ebenda.

38 Ebenda.

39 Ebenda.

40 In Anlehnung an Statistisches Bundesamt 2014d, S. 39–40

Aus Abbildung 4 ist ersichtlich, dass Deutschland insbesondere über Rohstoffvorkommen im Bereich der Baumineralien (Steine und Erden) und zu einem kleineren Teil auch bei Industriemineralien verfügt. In Baden-Württemberg erfolgt bspw. die Förderung von Steinsalzen, Industriesole, Baryt (Schwerspat) und Fluorit (Flussspat). Deutschland ist innerhalb der Europäischen Union der bedeutendste Steinsalz- und Kaolinproduzent. Bezogen auf den Rohstoff Bentonit ist Deutschland innerhalb der EU der drittgrößte Produzent. Steinsalz wird bspw. als Industrie- und Gewerbesalz sowie Speisesalz und Auftausalz eingesetzt. Ein Großteil der Feldspatproduktion wird in der Keramikindustrie eingesetzt. Ein weiterer Abnehmer von Feldspat ist die Glasindustrie. Zusätzlich kann Feldspat als Füllstoff und „mildes“ Schleifmittel eingesetzt werden. Für die Keramikindustrie ist auch Kaolin ein wichtiger Rohstoff.

Daneben wird Kaolin in der Papierindustrie als Füllstoff und zur Beschichtung von Papier verwendet. Aber auch die chemische, kosmetische und pharmazeutische Industrie setzen Kaolin als Füllstoff ein. Die genannten Industriemineralien können zu einem Großteil aus der heimischen Produktion gedeckt werden. Bei den Industriemineralien Diatomit, Talk, Minerale der Sillimanit-Gruppe, Strontium-Mineralien, Magnesit, Glimmer, Wollastonit, Grafit, Phosphate, Vermikulit, Seltenerdmetalle, Nephelin-Syenit, natürliche Na-Karbonate und Borate ist Deutschland vollständig auf Importe

angewiesen.⁴¹ Tabelle 2 zeigt u. a. die Produktionsmengen ausgewählter Baumineralien und Industriemineralien in Deutschland im Jahr 2013. Die inländische Entnahme von Steinen und Erden reicht aus, um den Großteil des jährlichen Bedarfes an Steine-und-Erde-Rohstoffen in der deutschen Industrie zu decken.⁴² Im Gegensatz dazu zählt Deutschland zu den fünf größten Nachfrageländern bei den Industriemetallen Aluminium, Blei, Kupfer, Nickel und Zinn. Bei dem Industriemetall Zink ist Deutschland die sechstgrößte Nachfragenation weltweit.⁴³

Laut der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)⁴⁴ betrug der Eisenerzbedarf von Deutschland im Jahr 2013 rund 40 Mio. t und wurde hauptsächlich zur Roheisenerzeugung genutzt. Das inländisch abgebaute Eisenerz, i. H. v. 413.404 t im Jahr 2013, wird aufgrund seines geringen Eisengehalts nur als Zuschlagstoff in der Bauindustrie eingesetzt.⁴⁵ Ein weiterer wichtiger Ausgangsrohstoff für die Stahlproduktion ist Sekundärmaterial (Schrott). Im Jahr 2013 stammten 45,5 % der deutschen Stahlproduktion aus Sekundärmaterial.⁴⁶ Die durch die Stahlindustrie erzeugten Werkstoffe sind wichtige Materialien für den Maschinen- und Anlagenbau, die Automobilindustrie und das Baugewerbe. Da der Maschinen- und Anlagenbau sowie die Automobilindustrie zu den wichtigsten Branchen in Baden-Württemberg zählen, stellen Eisenerz bzw. die daraus gewonnenen Produkte (Stahl) ein wichtiges Produktionsmaterial für die baden-württembergische Industrie dar.

Tabelle 2: Produktion ausgewählter Rohstoffe in Deutschland im Jahr 2013⁴⁷

Rohstoff	Menge in 1.000 t	Rohstoff	Menge in 1.000 t
Baryt	45	Kalisalz	3.075
Fluorit	49	Kaolin	4.349
Kieselerde	51	Spezialton	6.316
Siedesalz	297	REA-Gips	7.100
Feldspat	350	Quarzsand	9.700
Bentonit	359	Steinsalz- und Industriesole	17.085
Naturwerksteine	505	Kalk-, Mergel- und Dolomitstein	65.600
Schwefel	755	Gebrochene Natursteine	207.000
Gips- und Anhydritstein	1.778	Bausand und -kiese	2.360.000

41 Huy 2014.

42 Ebenda, S. 13.

43 Ebenda, S. 8.

44 Ebenda.

45 Ebenda.

46 Ebenda.

47 Ebenda.

Die für die Edelstahlindustrie wichtigen **Ferrolegerungen** wurden 2013 fast vollständig importiert. Sie betragen rund 1,1 Mio. t.⁴⁸ Im Jahr 2013 wurden in Summe 8,4 Mio. t Edelstahl in Deutschland erzeugt.⁴⁹ Einen Überblick über die Importhöhen einzelner Ferrolegerungen gibt die nachfolgende Tabelle 3. In der Edelstahlindustrie eingesetzte Veredelungsmetalle sind bspw. Chrom, Mangan, Molybdän, Nickel, Vanadium und Wolfram. Betrachtet man den Verbrauch von Molybdän und Nickel genauer, lässt sich feststellen, dass Deutschland neben China, den USA und Japan einer der größten Verbraucher von Molybdän und Nickel ist. Innerhalb der EU ist Deutschland der größte Nickelnachfrager (Konsument).

Im Jahr 2011 betrug die weltweite Bergwerksförderung von **Chromit** 26,9 Mio. t und die Produktion von Ferrochrom

8,7 Mio. t.⁵⁰ Die weltweiten Vorräte werden auf ca. 75 Mio. t geschätzt.⁵¹ Chrom wird in verschiedenen Studien als versorgungskritischer Rohstoff mit einer hohen Priorität identifiziert.⁵² Ebenfalls als versorgungskritischer Rohstoff mit hoher Priorität wird Molybdän⁵³ angesehen – insbesondere für die baden-württembergische Industrie. Ebenso gelten die **Veredelungsmetalle** Wolfram, Tantal und Titan für die heimische Industrie als besonders versorgungskritisch.⁵⁴ Aber auch die Metalle Niob und Rhenium werden in verschiedenen Studien als versorgungskritisch der höchsten Priorität eingeschätzt.⁵⁵ Diese Metalle haben jedoch nach Kroop et al.⁵⁶ keine besondere Bedeutung für die baden-württembergische Industrie. Dagegen werden die Veredelungsmetalle Mangan, Nickel und Silizium als versorgungskritisch angesehen.

Tabelle 3: Importmengen von Ferrolegerungen sowie Erzen und Konzentraten von Veredelungsmetallen nach Deutschland im Jahr 2013⁵⁷

Rohstoffe	Importierte Mengen in t im Jahr 2013
Tantal (Metall)	21
Niob, Rhenium, Gallium, Indium, Germanium, Vanadium (Abfälle, Schrott)	24
Wolfram (Metall)	62
Tantal (Abfälle, Schrott)	113
Wolframerze und -konzentrate	119
Niob, Rhenium (Metall)	480
Molybdänoxide	2.423
Ferrovandium (FeV)	4.962
Ferroniob	5.857
Titan (Metall)	6.004
Molybdänerze und -konzentrate	6.165
Ferrotitan	9.424
Ferrowolfram (FeW)	14.313
Ferromolybdän	17.025

48 Huy 2014, S. 35.

49 Ebenda.

50 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2013b.

51 Ebenda.

52 Erdmann/Behrendt/Feil 2011; Chapman et al. 2013.

53 Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V. 2011; Kroop et al. 2014.

54 Kroop et al. 2014.

55 Erdmann/Behrendt/Feil 2011; Chapman et al. 2013.

56 Kroop et al. 2014.

57 Huy 2014.

Fortsetzung zu Tabelle 3: Importmengen von Ferrolegierungen sowie Erzen und Konzentraten von Veredelungsmetallen nach Deutschland im Jahr 2013

Rohstoffe	Importierte Mengen in t im Jahr 2013
Manganerz	18.872
Manganoxide	19.401
Mangan (Metall)	30.501
Nickelmetall	74.200
Ferronickel (FeNi)	84.470
Chromerze und -konzentrate	191.488
Silizium (Metall)	219.791
Ferrosilizium	227.633
Chromhaltige Ferrolegierungen (FeCr)	348.300
Manganhaltige Ferrolegierungen (FeMn)	429.000
Titan (Erze, Konzentrate)	612.633

Ähnlich wie die Stahl- und Edelstahlindustrie ist auch die **Nichteisenmetallindustrie** für Deutschland ein wichtiger Industriezweig, dessen Erzeugnisse als Materialien und Halbzeuge in die Automobilindustrie, die Elektronik- und Elektrotechnikbranche, den Maschinen- und Anlagenbau, die Luft- und Raumfahrtindustrie sowie das Bauwesen Eingang finden. Die für die NE-Metallindustrie benötigten Rohstoffe, also Metalle wie Aluminium, Kupfer, Blei, Zink und Zinn, werden zu einem großen Anteil importiert. Eine Förderung von NE-Metallen erfolgt seit 1992 nicht mehr in Deutschland. Einzelne Konzentrate wie bspw. Kupfer-Silber-Konzentrat fallen jedoch in geringen Mengen als Beiprodukt bei der Förderung von Flussspat an.⁵⁸

Innerhalb der EU ist Deutschland der größte Aluminiumhersteller. Bezogen auf die Welt produziert Deutschland einen Anteil von ca. 1 % an **Aluminium** und nimmt damit Platz 15 ein. Ähnlich wie bei Blei ist die Produktion aus sekundären Vorstoffen höher als die Primärproduktion. Der Verbrauch von primärem Hüttenaluminium belief sich im Jahr 2013 auf

2,1 Mio. t in Deutschland. Insbesondere die Automobilindustrie ist in Deutschland und speziell in Baden-Württemberg ein bedeutsamer Abnehmer von Aluminium. Die weltweite Bergwerksförderung von Bauxit betrug im Jahr 2011 241 Mio. t. Damit erfolgte eine Raffinadeproduktion von ca. 43,7 Mio. t Inh.⁵⁹ Die weltweiten Reserven an Bauxit werden auf 29.240 Mio. t geschätzt.⁶⁰ Frondel et al. bewerten Aluminium (Bauxit) als potenziell risikoreichen Importrohstoff für Deutschland.⁶¹

Auch die Ausgangsstoffe für die Herstellung von Raffinadekupfer werden überwiegend importiert. Ein weiterer Ausgangsstoff für die **Kupfer**produktion ist Sekundärmaterial. Anders als beim Aluminium ist jedoch der Anteil von Sekundärmaterial geringer als die Primärproduktion. Im Jahr 2010 betrug die weltweite Bergwerksförderung von Kupfer ca. 16 Mio. t Inh. und die weltweite Raffinadeproduktion ca. 19 Mio. t Inh.⁶² Die weltweiten Reserven werden auf ca. 635 Mio. t Inh. geschätzt.⁶³ Ähnlich wie Aluminium gilt Kupfer als potenziell risikoreicher Importrohstoff für Deutschland.⁶⁴

⁵⁸ Ebenda.

⁵⁹ Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2013a.

⁶⁰ Ebenda.

⁶¹ Frondel et al. 2005.

⁶² Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2012.

⁶³ Ebenda.

⁶⁴ Frondel et al. 2005.

Tabelle 4: Import- und Produktionsmengen von Nichteisenmetallen in Deutschland im Jahr 2013⁶⁵

Rohstoffe	Importierte Mengen in t im Jahr 2013	Produktionsmengen in t im Jahr 2013
Hüttenzinn		0
Zinn (Rohmetall)	19.223	
Hartzink, Zinkoxid und Zinkperoxid	40.000	
Zink (Sekundärmaterial)	43.000	
Zinklegierungen	64.300	
Bleikonzentrate	158.850	
Hüttenzink		162.000
Zinkkonzentrate	292.000	
Kupferkonzentrate	354.550	
Raffinadeblei	149.500	400.000
Aluminium (nicht legiert)		492.368
Primäres Hüttenaluminium		492.400
Sekundäraluminium		597.355
Raffinadekupfer		679.700
Rohkupfer	774.000	
Aluminiumoxid/-hydroxid	993.000	
Bauxit	2.400.000	

65 Huy 2014, S. 37 ff.

Als Vorstoffe für die Bleiproduktion werden Bleikonzentrate, Rohblei und Hartblei importiert sowie das inländische Abfallaufkommen von Sekundärmaterialien genutzt. Auf Basis des verfügbaren Sekundärmaterials und dessen Weiternutzung konnten 2013 ca. 62 % der Gesamtproduktion von Blei in Deutschland gedeckt werden.⁶⁶ Insbesondere das Recycling von bleihaltigen Altbatterien stellt eine entsprechende Quelle für das Sekundärmaterial dar. Im Jahr 2013 wurden in Deutschland ca. 367.000 t Raffinadeblei verbraucht.⁶⁷ Damit ist Deutschland innerhalb der EU der größte Verbraucher, aber auch weltweit betrachtet gehört Deutschland zu den Top-5-Verbrauchern.

Eine ähnliche Situation ergibt sich bei dem Verbrauch von Hüttenzink. Weltweit steht Deutschland an sechster Stelle beim Verbrauch von Zink, innerhalb der EU nimmt Deutschland, gemessen am Verbrauch, Platz 1 ein. 2013 wurden ca. 13,2 Mio. t Inh. Zink weltweit gefördert.⁶⁸ Die Raffinadeproduktion belief sich auf ca. 12,9 Mio. t Inh.⁶⁹ Diesen Abbaumengen stehen weltweite Reserven i. H. v. ca. 251,5 Mio. t Inh. gegenüber.⁷⁰

Seit 1994 erfolgt keine Produktion von Hüttenzinn mehr in Deutschland. Zinn wird u. a. für die Weißblechproduktion benötigt, das als Verpackungsmaterial für Nahrungsmittel, Getränke oder chemische Produkte dient.

Die Deckung des Bedarfes an Edelmetallen (Gold, Platinmetalle, Silber) in Deutschland erfolgt durch Importe, der Nutzung von Sekundärmaterial (Recycling) und einen Anteil von Beiprodukten aus der Herstellung von Kupfer und Blei. Der inländische Verbrauch von Gold i. H. v. 40 t ist zu einem Großteil auf den Bedarf der Elektronik- und Elektrotechnikbranche und der Schmuckwarenindustrie zurückzuführen.⁷¹ Platinmetalle werden in Deutschland nicht gewonnen. Die Deckung des Bedarfes erfolgt durch Importe, die Nutzung (Recycling) von Sekundärmaterial, bspw. aus Altkatalysatoren und Elektronikschrott, sowie Beiprodukte aus der Herstellung von Kupfer. In der Kupferproduktion entsteht auch Silber als Beiprodukt, sodass ein Teil des Silberbedarfes daraus gedeckt werden kann. Der Rest entstammt Importen und dem Recycling.

Tabelle 5: Import von Edelmetallen nach Deutschland im Jahr 2013⁷²

Rohstoffe	Importierte Mengen im Jahr 2013 [in t]
Silbererze und -konzentrate	2,6
Rhodium, Iridium, Osmium, Ruthenium	14,4
Platinmetall	28,4
Palladiummetall	37,2
Gold (Rohmetall)	104,8
Silber in Pulverform	155
Metallisches Silber	1.076

66 Huy 2014.

67 Ebenda.

68 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2015b.

69 Ebenda.

70 Ebenda.

71 Huy 2014.

72 Ebenda, S. 86–87.

Tabelle 6: Import- und Exportmengen von sonstigen Metallen in Deutschland in den Jahren 2010 bis 2013⁷³

Rohstoff	Import [in t]				Export [in t]			
	2010	2011	2012	2013	2010	2011	2012	2013
Antimon (Erz, Konzentrat)	11	8	6	922	< 1	< 1	5	4
Antimon (Metall)	489	447	382	451	132	238	103	84
Antimonoxide	8.204	6.954	6.013	5.675	983	1.305	688	669
Arsen (Metall)	72	12	106	45	57	66	128	40
Beryllium (Metall)	< 1	1	< 1	1				
Gallium (Metall)	36	47	33	34	33	48	40	38
Germanium (Metall)	8	11	7	12	< 1	1	3	4
Hafnium (Metall)	11	13	8	2	6	7	10	12
Indium (Metall)	48	35	30	21	10	10	8	4
Kadmium (Metall)	11	6	27	18	556	347	377	449
Kadmium (Abfälle, Schrott)	12	16	43	< 1				
Quecksilber (Metall)	102	21	54	46	119	188	103	133
Selen (Metall)	295	245	249	316	354	288	343	279
Seltenerdmetalle (Metall)	465	264	300	267	26	29	10	9
Anorganische und organische Seltenerdverbindungen	10.003	7.335	4.375	5.862	342	330	534	177
Wismut (Metall, inkl. Schrott)	928	1.166	968	1.084	111	109	95	29
Zirkonium (Metall)	26	98	108	150	31	92	146	146
Zinkate, Vandate	947	1.10	990	1.011				

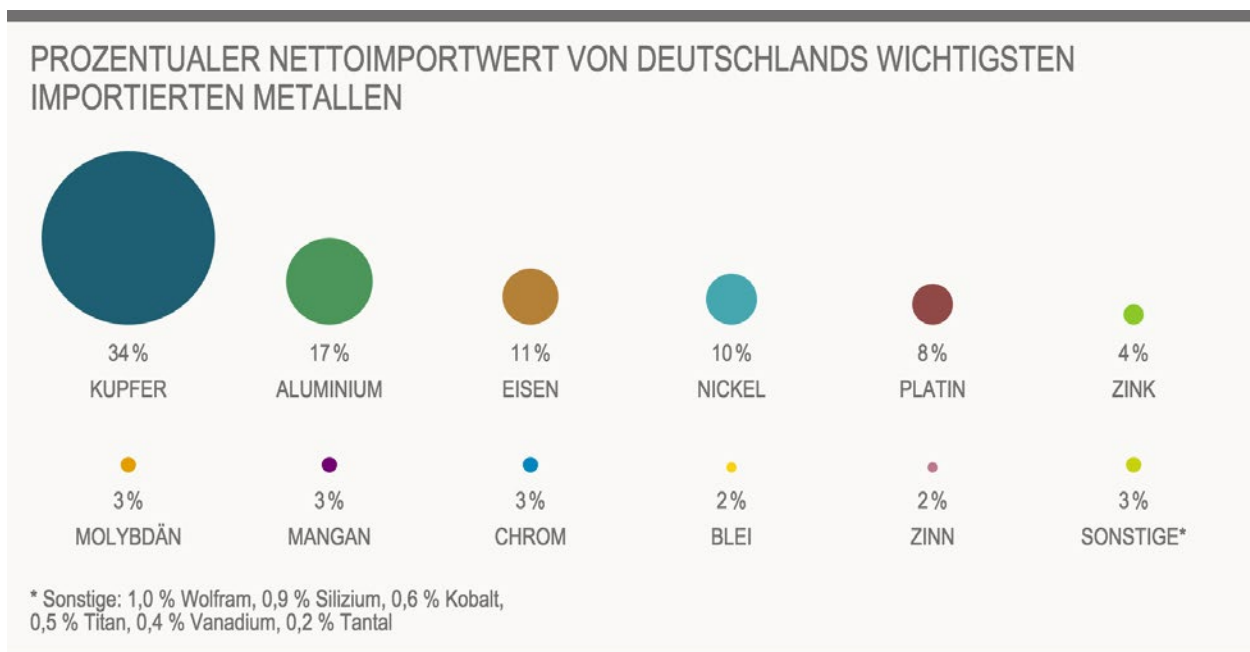
73 Ebenda, S. 88 ff.

Die nachfolgende Abbildung 5 gibt zusammenfassend einen Überblick über den Wert (Nettoimportwert) der wichtigsten nach Deutschland importierten Metalle. Gemessen am Nettoimportwert sind Kupfer, Aluminium, Eisen, Nickel und Platin am bedeutendsten für Deutschland. Diese Rohstoffe werden jedoch in der Mehrzahl der Studien, die sich mit Kritikalität befassen, als versorgungunkritisch eingestuft. Eine Ausnahme ist die Untersuchung von Frondel et al.⁷⁴ Diese identifiziert auch die folgenden Rohstoffe – die ebenfalls in Abbildung 5 aufgeführt werden – als potenziell risikoreiche Importstoffe für Deutschland. Die Rohstoffe sind: Kupfer, Zink, Blei, Aluminium, Silizium, Vanadium, Chrom und Zinn.⁷⁵

Aus dem verfügbaren Datenmaterial können keine direkten Rückschlüsse gezogen werden, wie hoch der jeweilige Bedarf (Verbrauch) an Rohstoffen in einzelnen Wirtschaftszweigen/Branchen ist. Eine sektorale Darstellung des Rohstoffverbrauchs ist aktuell nicht möglich.⁷⁶ Um dennoch Angaben über die Relevanz von Rohstoffen für spezifische Wirtschaftszweige/Branchen machen zu können, wurden aus verschiedenen Studien Informationen zusammengetragen, die aufzeigen, welche Rohstoffe für sog. Zukunftstechnologien relevant sind.

Nachfolgende Tabelle 7 fasst die ermittelten Informationen zusammen.

Abbildung 5: Prozentualer Nettoimportwert von Deutschlands wichtigsten importierten Metallen⁷⁷



Quelle: Nach Drobe et al. 2014

⁷⁴ Frondel et al. 2005.

⁷⁵ Bei Rohstoffen, die als versorgungskritisch gelten, ist oftmals die damit verbundene Einsatzmenge eher gering.

⁷⁶ Krumm 2014, S. 38.

⁷⁷ Nach Drobe/Killiches 2014.

Tabelle 7: Einsatzgebiete ausgewählter Rohstoffe⁷⁸

Rohstoffe	Anwendungsgebiet	Zukunftstechnologie	Branchen
Aluminium/Bauxit	Fahr- und Flugzeugbau Bau-, Elektro- und Lebensmittelindustrie (Verpackungen)	Leichtbauwerkstoffe im Flug- und Fahrzeugbau HCCI-Verbrennungsmotoren LED für Hintergrundbeleuchtung von LCDs RFID-Tags Solarthermische Kraftwerke Superisolationen	Fahrzeugbau Bauindustrie Elektroindustrie Lebensmittelindustrie
Antimon	Flammschutzadditiv in Kunststoffindustrie Batterien Katalysator zur PET-Erzeugung	Halbleiter Mikrokondensator Display	Chemische Industrie Elektroindustrie
Bismut	Pigmente Niedrigschmelzende Legierungen Industriekatalysatoren Metallurgische Zusätze Arzneimittel	Keramische Permanentmagnete Spezialgläser Supraleiter Festoxidbrennstoffzellen	Chemische Industrie Metallindustrie
Beryllium	Elektronik- und Telekommunikation- Produkte Verteidigungsanwendungen Industrie und Luftfahrt Energiesektor Medizingeräte	Elektronik und IT-Produkte Elektromobilität	Elektroindustrie Fahrzeugbau Metallindustrie Maschinenbau
Chrom	Edelstähle Feuerfestindustrie Chemische Industrie Farbindustrie Solarindustrie Ledergerbung	Meerwasserentsalzung Marine Techniken	Metallindustrie Chemische Industrie
Germanium	Infraroptik Telekommunikation/Glasfaser Katalysator für Polymererzeugung/PET Elektronik und Solartechnologien Metallindustrie Medizintechnik	Glasfaserkabel Infraroptik (Linsen, Fenster, Nachtsichtgeräte) Fotovoltaik	Chemische Industrie Elektroindustrie
Grafit	Feuerfestindustrie Gießereien Pulvermetallurgie Bremsbeläge Elektrisch leitende Formkörper Batterien Bleistifte Schmelztiegel Schmiermittel Guss- und Stahlerzeugung Schweißelektroden als Additiv- und Dispersionsmittel	Batterien für Elektroautos u. a. Kohlenstoffnanoröhren Brennstoffzellen	Elektroindustrie Metallindustrie

78 Nach Kroop et al. 2014; Erdmann/Behrendt/Feil 2011; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2015b; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2014a; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2014c; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2014b; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2013a; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2013b; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2012.

Fortsetzung zu Tabelle 7: Einsatzgebiete ausgewählter Rohstoffe

Rohstoffe	Anwendungsgebiet	Zukunftstechnologie	Branchen
Kobalt	Batterien Superlegierungen und Magnete Hartmetalle Pigmente Katalysatoren in der Petrochemie	Lithium-Ionen-Batterien Superlegierungen Katalysatoren für die Herstellung synthetischer Kraftstoffe	Chemische Industrie Elektroindustrie Metallindustrie
Kupfer		Elektromobilität Windkraftanlagen	Elektroindustrie Maschinenbau
Molybdän	Edelstahlindustrie: Volllegierungsstahl, Werkzeug- und Schnelldrehstahl, C-Stahl, HSLA(high strength low alloy)-Stahl, Molybdänstahl und -legierungen Katalysator in der Erdölraffination Superlegierungen Gusseisen Schmiermittel	Meerwasserentsalzung Medizintechnik Erneuerbare-Energien-Technologien (Dünnschicht-Fotovoltaik, Windkraft) Superlegierungen	Metallindustrie
Platinmetalle	Katalysatoren Petrochemie Elektroniksektor Glas- und Schmuckindustrie	Palladium: Katalysator, Meerwasserentsalzung Platin: Brennstoffzellen, Katalysator Ruthenium: Farbstoffsolarzellen, Legierungen	Fahrzeugbau Elektronindustrie Metallindustrie Chemische Industrie
Seltenerdmetalle	Magnete: Neodym, Praseodym, Samarium, Lanthan, Terbium, Dysprosium Katalysatoren: Cerium, Lanthan, Praseodym, Neodym, Yttrium Metallurgie (Legierungen, Batterien): Lanthan, Cerium, Praseodym, Neodym, Samarium, Scandium Polituren Gläser: Cerium, Lanthan, Yttrium, Praseodym, Neodym Keramik: Cerium, Lanthan, Europium, Terbium, Yttrium, Gadolinium Leuchtmittel	Permanentmagnete, Lasertechnik Festoxidbrennstoffzellen, Legierungselement (Scandium) Hochtemperatursupraleitung, Lasertechnik (Yttrium)	Fahrzeugbau Elektronindustrie Metallindustrie Chemische Industrie
Tantal	Kondensatoren Tantal-basierte Walzprodukte Legierungszusätze, Superlegierungen Oxide und Chemikalien Carbide in Hartmetallen	Mikroelektrische Kondensatoren Medizintechnologie	Elektroindustrie Metallindustrie Maschinenbau Fahrzeugbau

Fortsetzung zu Tabelle 7: Einsatzgebiete ausgewählter Rohstoffe

Rohstoffe	Anwendungsgebiet	Zukunftstechnologie	Branchen
Titan	Titanoxid: Farbe, Kunststoffe, Papier, Katalysatoren Titanmetall: Luft- und Raumfahrt, Anlagenbau, medizinische Anwendungen	Miniaturisierte Kondensatoren Meerwasserentsalzung Orthopädische Implantate Farbstoffsolarzellen	Chemische Industrie Papier- und Druckindustrie Metallindustrie Fahrzeugbau
Wolfram	Hartmetalle und Spritzpulver Legierte Stähle, Wolfram-Metall Chemikalien, Superlegierungen	Superlegierungen (Luft- und Raumfahrt)	Metallindustrie Elektroindustrie
Zink	Verzinkung (36 %), Halbzeug und Gusslegierungen (27 %), Messing (25 %), Zinkverbindungen (11 %)	Zink-Luft-Energiespeicher, Indium-Gallium-Zinkoxid-Technologie	
Zinn	Elektronikindustrie (Lötzinn, 52 %), Verpackungen (Weißblech, 16 %), Chemische Industrie (u. a. PVC-Stabilisator, 15 %), Messing und Bronze (6 %), Floatglas (2 %), sonstige (9 %)	Indium-Zinn-Oxide für Flachbildschirme, Abgasreduzierung, Feststoffbrennstoffzellen, Lithium-Ionen-Batterien, e-Glas	Elektro- und Elektronikindustrie Chemische Industrie Metallindustrie

Für **Baden-Württemberg** liegt nur begrenztes Datenmaterial vor, bspw. können aus der Außenhandelsstatistik Baden-Württembergs für einzelne sog. Warenuntergruppen Informationen gewonnen werden. Diese Warengruppen spiegeln aber nur zu einem kleinen Teil spezifische Rohstoffe wider. Dieses Datendefizit wird ausführlich im IAW Policy Report Nr. 11 „Nicht-energetische Rohstoffe: Datengrundlage in Deutschland und Baden-Württemberg sowie rohstoffökonomische Überlegungen zur Schließung der Datenlücke“ aufgezeigt.⁷⁹ Aus dem in Tabelle 8 dargestellten Datenmaterial ist zum einen ersichtlich, dass die Warenuntergruppen nicht gleichbedeutend mit einzelnen Rohstoffen sind. Bezogen auf die Wirtschaftsstruktur in Baden-Württemberg lässt sich jedoch erkennen, dass der Einsatz von spezifischen Rohstoffen wie Erzen, gemessen am Gesamtimport nach Deutschland, teilweise gering ist. Dies verhält sich anders bei dem Rohstoff Rohkautschuk und Rohstoffen für chemische Erzeugnisse.

Beispielsweise zählt die chemische Industrie mit zu den Leitbranchen in Baden-Württemberg. Betrachtet man jedoch Halbwaren und Halbzeuge aus den wichtigen Industriemetallen wie Aluminium, Kupfer, Nickel, Stahl oder auch Roheisen, wird ersichtlich, dass diese Warenuntergruppen in Baden-Württemberg vermehrt eingesetzt werden. So ist die Branche der Herstellung von Metallerzeugnissen (WZ2008, Abteilung 25) in Baden-Württemberg bedeutender als die Branche der Metallerzeugung (WZ2008, Abteilung 24). Dies spiegelt sich auch in den Mengen der importierten Warengruppen wider. Es ist somit ersichtlich, dass z. B. die Rohstoffe Aluminium, Kupfer, Nickel, Stahl und Roheisen in ihrer Reinform für Baden-Württemberg nicht sehr bedeutend sind (Vergleich importierter Menge vergleichbarer Warengruppen nach Deutschland und nach Baden-Württemberg). Die bearbeiteten (aufgearbeiteten) Rohstoffe in Form von Halbzeugen und Halbwaren jedoch sind für Baden-Württemberg bedeutsam.

Tabelle 8: Darstellung ausgewählter Importmengen nach Warenuntergruppen bezogen auf Gesamtdeutschland und Baden-Württemberg für das Jahr 2014⁸⁰

Nr. der Klassifikation	Warenuntergruppe	Importierte Menge 2014 in t		Anteil Baden-Württemberg an Gesamtdeutschland in %
		Deutschland gesamt	Baden-Württemberg	
Rohstoffe				
513	Rohkautschuk	1.050.283	96.449	9,18
519	Eisenerze	43.059.197	4.641	0,01
522	Kupfererze	1.185.737	k. A.	
523	Bleierze	266.438	k. A.	
524	Zinkerze	375.836	105	0,03
525	Nickelerze	3.066	47	1,53
534	Rohstoffe für chemische Erzeugnisse	1.002.052	58.036	5,79
Halbwaren				
641	Roheisen	1.037.207	168.879	16,28
643	Ferrolegierungen	1.098.836	28.381	2,58
644	Eisen oder Stahl in Rohformen, Halbzeuge aus Eisen oder Stahl	2.336.078	51.466	2,20
645	Aluminium und Aluminiumlegierungen, einschließlich Schrotte und Abfälle	3.356.037	506.421	15,09
646	Kupfer und Kupferlegierungen, einschließlich Schrotte und Abfälle	1.412.883	71.801	5,08
647	Nickel und Nickellegierungen, einschließlich Schrotte und Abfälle	84.878	4.499	5,30
648	Blei und Bleilegierungen, einschließlich Schrotte und Abfälle	173.916	1.198	0,69
649	Zinn und Zinnlegierungen, einschließlich Schrotte und Abfälle	21.261	433	2,04
650	Zink und Zinklegierungen, einschließlich Schrotte und Abfälle	481.229	44.075	9,19
659	Unedle Metalle, a. n. g.	131.509	10.193	7,75

80 Nach Statistisches Bundesamt 2015a, S. 74 ff.; Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2015.

Fortsetzung zu Tabelle 8: Darstellung ausgewählter Importmengen nach Warenuntergruppen bezogen auf Gesamtdeutschland und Baden-Württemberg für das Jahr 2014

Nr. der Klassifikation	Warenuntergruppe	Importierte Menge 2014 in t		Anteil Baden-Württemberg an Gesamtdeutschland in %
		Deutschland gesamt	Baden-Württemberg	
Fertigwaren				
732	Kunststoffe	9.718.112	1.049.524	
749	Chemische Vorerzeugnisse, a. n. g.	10.896.788	815.363	7,48
751, 753, 755, 757	Fertigwaren aus Eisen oder Stahl	22.726.690	3.113.277	13,70
771	Halbzeuge aus Kupfer und Kupferlegierungen	301.124	60.233	20,00
772	Halbzeuge aus Aluminium	1.594.117	322.102	20,20
779	Halbzeuge aus unedlen Metallen, a. n. g.	94.638	14.925	15,77
781	Halbzeuge aus Edelmetallen	561	16	2,85

ZWISCHENFAZIT

Die Datenlage zu verschiedenen rohstoffökonomischen Aspekten in Deutschland und speziell in Baden-Württemberg ist recht unterschiedlich.⁸¹ Beispielsweise gibt es für Abbau-mengen spezifischer Rohstoffe (Fördermengen) eine sehr gute Datengrundlage, wohingegen die vorliegenden Informationen zu Rohstoffreserven heterogen sind und auch teilweise widersprüchlich.⁸² Für Deutschland werden ebenfalls Daten zum Import und Export nicht energetischer Rohstoffe erfasst. Ein direkter Bezug zu Baden-Württemberg lässt sich jedoch nur schwer ermitteln. Ebenso ist es mit der aktuellen Datengrundlage nicht möglich, branchenspezifisch differenzierte Daten zum Rohstoffverbrauch darzustellen.⁸³ Um darzustellen, welche Rohstoffe und Warengruppen für die baden-württembergische Industrie relevant sind, wird aus diesem Grunde auf Warengruppen aus den Außenhandelsstatistiken für Deutschland und Baden-Württemberg zurückgegriffen.

In dem ersten Abschnitt erfolgte die Darstellung der Import-mengen bezogen auf verschiedene Rohstoffe (Industriemine-

ralien, Industriemetalle, Steine und Erden). Betrachtet man die Rohstoffe Steinsalz, Kaolin und Bentonit, zählt Deutschland innerhalb der Europäischen Union mit zu den bedeutendsten Produzenten dieser Industriemineralien. Darüber hinaus erfolgt innerhalb von Deutschland auch die Förderung von weiteren Industriemineralien wie Baryt und Fluorit. Bei anderen Industriemineralien, wie bspw. Talk, Magnesit und Glimmer, ist Deutschland jedoch fast vollständig auf Importe angewiesen. Diese stammen überwiegend aus anderen europäischen Ländern. Betrachtet man die Industriemetalle Aluminium, Blei, Kupfer, Nickel, Zinn und Zink, zählt Deutschland mit zu den Ländern, die diese Rohstoffe am meisten verwenden. Diese Rohstoffe stellen aufgrund ihres mengenmäßigen Einsatzes wichtige Rohstoffe für Deutschland dar. Ein Teil davon kann durch den Einsatz von Sekundärmaterial (Recycling) gedeckt werden. Tabelle 9 zeigt den jeweiligen Anteil am weltweiten Verbrauch (weltweiter Nachfrage). Der weltweit größte Nachfrager bei diesen Rohstoffen ist China, mit einem Anteil um die 50 %.

81 Krumm 2014, S. 38.

82 Krumm 2014; Angerer et al. 2009.

83 Krumm 2014.

Tabelle 9: Verwendung ausgewählter Industriemetalle in Deutschland, gemessen am weltweiten Verbrauch 2013⁸⁴

Rohstoff	Menge in t in 2013	Anteil weltweit in %
Raffinadeblei	400.000	3,6
Hüttenzink	475.000	3,7
Nickel	78.100	4,4
Hüttenaluminium	2.083.000	4,5
Hüttenzinn	18.000	5,0
Raffinadekupfer	1.135.000	5,3

3.2. BEDEUTUNG VON ROHSTOFFEN UND WERKSTOFFEN

3.2.1 Rohstoffkritikalität

Es existieren zahlreiche Studien, nationale wie auch internationale, die sich mit der Kritikalität von Rohstoffen befassen und auf Basis verschiedener Bewertungskriterien Rohstoffe als versorgungskritisch einstufen. Tabelle 10 charakterisiert ausgewählte nationale wie auch internationale Studien mit dem Fokus Kritikalität (Analyse der Versorgungslage von Rohstoffen). Kroop et al.⁸⁵ befassen sich als einzige mit der Bewertung von potenziellen versorgungskritischen Rohstoffen für Baden-Württemberg.

Welche allgemeinen Ursachen können dazu führen, dass Rohstoffe „knapp“ werden oder als kritisch in ihrer Versorgungssituation eingestuft werden?

- > Rohstoffe sind nur in begrenzten (endlichen) Mengen verfügbar.
- > Spezifische Rohstoffe werden bisher nur in wenigen Abbauregionen gefördert bzw. sind nur in wenigen Regionen weltweit verfügbar. Als Folge kann es zu einer künstlichen Marktregulierung kommen, aber auch regionale Ereignisse wie Kriege und Naturereignisse können sich negativ auf die Fördermengen auswirken. Beispielsweise erfolgen 95,1 % der weltweiten Bergwerksförderung von Seltenen Erden in China.⁸⁶ Ebenso erfolgen 97 % der Bergwerksförderung von Bismut in China.⁸⁷
- > Spezifische Rohstoffe werden nur durch wenige Unternehmen gewonnen. Diese marktbeherrschenden Strukturen können ebenfalls zu einer künstlichen Marktregulierung führen und das Angebot verknappen.
- > Aufgrund der Marktstrukturen kann es durch Spekulationen, aber auch durch steigende Energiepreise (die Förderung/Gewinnung von Rohstoffen ist teilweise sehr energieintensiv) zu einem Preisanstieg für Rohstoffe kommen.
- > Ein rasanter Anstieg der Nachfrage nach spezifischen Technologien kann zu einem „plötzlichen“ Anstieg des Bedarfes spezifischer Rohstoffe führen.
- > Einige Rohstoffe werden selbst nicht aktiv abgebaut/ gewonnen, sondern sind nur Bei- oder Nebenprodukte der Förderung eines anderen Rohstoffes. Die Fördermenge eines solchen nicht aktiv gewonnenen Rohstoffes ist somit abhängig von der Fördermenge des Hauptrohstoffes. Dies betrifft bspw. Seltenerdmetalle und Platinmetalle.
- > Verlust von Quellen für Sekundärrohstoffe durch den Export rohstoffhaltiger Güter und Produkte, bspw. Export von Autos und Elektro- und Elektronikprodukten.

⁸⁵ Kroop et al. 2014.

⁸⁶ Huy 2014.

⁸⁷ Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2015a.

Tabelle 10: Übersicht zu den zentralen Inhalten und Vorgehensweisen sowie Ergebnissen ausgewählter Studien, die sich mit Kritikalität von Rohstoffen befassen

	IZT/adelpi	VBW-Studie	bifa	Fraunhofer Umsicht/iswa	BGR/Fraunhofer ISI/RWI Essen	DERA-Rohstoffliste	EU-Studie	EU-Revised list of CRMs
Ziel und Untersuchungsrahmen								
Bezugsgebiet	Deutsche Unternehmen	Bayerische Unternehmen	Bayerische Unternehmen	Baden-Württemberg	Deutsche Industrie	Deutsche Industrie	Wirtschaft der EU	Wirtschaft der EU
Untersuchte Rohstoffe (Rohstoff-Pool)	Auswahl von 52 Rohstoffen	Auswahl von 45 Rohstoffen	Betrachtung von 21 Rohstoffen (Analyse von Rohstoffen, die in anderen Studien als besonders kritisch eingestuft wurden; zusätzliche Betrachtung von Holz und Aluminium)	29 Rohstoffe (Analyse von Rohstoffen, die in anderen Studien als besonders kritisch eingestuft wurden)	54 Rohstoffe	Betrachtung von 34 Metallen und 27 Industriematerialien sowie 216 Handelsprodukten (umfasst sowohl Erze und Konzentrate, Raffinadeprodukte als auch Produkte)	41 Rohstoffe gemäß Vorstudie und Expertenvorschlag	54 Rohstoffe gemäß Vorstudie und Expertenvorschlag
Methodik								
Grundkonzept	Kritikalitätsmatrix mit den Achsen Vulnerabilität und Versorgungsrisiko	Risikoindex (eindimensional)	Risikobedeutung (qualitative Bewertung)	Index „Bedeutung für Baden-Württemberg“ auf Basis von 3 Indikatoren	Kritikalitätsbewertung auf Basis von 3 Indikatoren	Risikoermittlung	Kritikalitätsmatrix mit den Achsen ökonomische Bedeutung und Versorgungsrisiko	Kritikalitätsmatrix mit den Achsen ökonomische Bedeutung und Versorgungsrisiko
Indikatoren	6 Indikatoren für die Vulnerabilität und 7 Indikatoren für das Versorgungsrisiko	8 Indikatoren für den Risikoindex	5 Bewertungskriterien	3 Teilindizes	Wert des Nettoimports, Konzentration der Förderung, politisches/wirtschaftliches Risiko der Förderländer	Länderkonzentration und Länderrisiko	1 Indikator für die wirtschaftliche Bedeutung und 3 Indikatoren für das Versorgungsrisiko	1 Indikator für die wirtschaftliche Bedeutung und 3 Indikatoren für das Versorgungsrisiko
Darstellung	Kritikalitätsmatrix mit 6 Zonen unterschiedlicher Kritikalität	3 Risikoklassen	Bedeutung für Bayern (Zahl der Unternehmen und Umsatz, Mird. EUR)	3 Bedeutungsklassen		3 Risikogruppen	Kritikalitätsmatrix mit eindeutigem Kritikalitätsbereich	

Fortsetzung zu Tabelle 10: Übersicht zu den zentralen Inhalten und Vorgehensweisen sowie Ergebnissen ausgewählter Studien, die sich mit Kritikalität von Rohstoffen befassen

	IZT/ade/phi	VBW-Studie	bifa	Fraunhofer Umsicht/iswa	BGR/Fraunhofer ISI/RWI Essen	DERA-Rohstoffliste	EU-Studie	EU- Revised list of CRMs
Ergebnisse								
Rohstoffe höchster Priorität	Ge, Re, Sb (höchste Kritikalität), Ag, Bi, Cr, Ga, In, Nb, Pd, Seltene Erden, Sn, W	Co, Ge, In, Li, Mo, Nb, Platingruppe, Seltene Erden (Nd, Sc, Y), W, Mg, Sn, Grafit	Al, Cr, Grafit, Holz, Mg, Seltenerdmetalle	Sb, Be, Ge, Co, Mo, Platinmetalle, Ta, Ti, W, Seltenerdmetalle	Cu, Ge, Zn, Al, Pt, Magnetit, V, Flussspat, Cr, Ta, Grafit, Eisenerz	Sb, Pb, Borminerale, Ferrit, Fluorit, Glimmer, Granat, Grafit, Co, Kokskohle, Magnetit, Nb, Pd, Pt, Pyrophyllit, Hg, Rh, Seltene Erden, Strontium-Mineralien, Ta, V, W, Wollastonit, Zeolith und Sn	Be, Co, Flussspat, Ga, Ge, Grafit, In, Mg, Nb, Platinmetalle, Sb, Seltene Erden, Ta, W	Sb, Ga, Platinmetalle, Be, Ge, Phosphatgestein, Borate, In, Cr, Magnetit, Seltenerdmetalle (leichte und schwere), Co, Mg, Si, cooking coal, Grafit, W, Flussspat, Nb

Wie aus Tabelle 10 ersichtlich, haben die Studien jeweils einen unterschiedlichen geografischen Bezug. An dieser Stelle soll insbesondere auf die Studie mit Fokus auf Baden-Württemberg eingegangen werden. Zielsetzung der Veröffentlichung war es, durch die Erlangung detaillierter Erkenntnisse zum Rohstoffbedarf ausgewählter Industriezweige, der Identifizierung von strategisch besonders relevanten Rohstoffen und der Abbildung von primären und sekundären Bereitstellungsketten einen Beitrag für eine nachhaltige Ressourcenstrategie auf Landesebene (Landesstrategie Ressourceneffizienz) zu leisten. In der Studie wurden die folgenden Branchen näher betrachtet: Automobilindustrie, Maschinenbau, Elektro- und Elektronikindustrie, Metallindustrie, chemische Industrie und Druckindustrie. Für die Ermittlung von versorgungskritischen Rohstoffen erfolgte die Analyse mehrerer Studien, die sich mit Kritikalität befassen. Auf dieser Basis wurde ein begrenzter Rohstoffpool für die weiteren

Betrachtungen abgeleitet. Die Definition dieses begrenzten Rohstoffpools erfolgte zunächst unabhängig von Einsatzmengen oder Bedeutung der Rohstoffe für die baden-württembergische Industrie. In den Rohstoffpool wurden Rohstoffe aufgenommen, die in einer der betrachteten Studien als versorgungskritisch eingestuft wurden (siehe Tabelle 10). Aus Tabelle 11 ist ersichtlich, dass für Deutschland wichtige Industriemetalle wie Aluminium, Blei, Nickel und Zinn nicht in die nähere Betrachtung einbezogen wurden, da diese Rohstoffe in keiner der Studien als versorgungskritisch eingestuft wurden. Wie im vorhergehenden Kapitel dargestellt, ist Deutschland bei diesen Rohstoffen eine der führenden Nachfragenationen. Daten, die die Einsatzmengen dieser Materialien in spezifischen Branchen widerspiegeln, sind nicht verfügbar. Jedoch kann auf Basis der Warenuntergruppen der Außenhandelsstatistik eine mengenmäßige Bedeutung abgeleitet werden (siehe Tabelle 8).

Tabelle 11: Rohstoffpool für die Detailanalyse im Rahmen der Studie „Analyse kritischer Rohstoffe für die Landesstrategie Baden-Württemberg“⁸⁸

Betrachtete Rohstoffe				
Antimon	Gallium	Kupfer	Platinmetalle	Tantal
Baryt	Germanium	Lithium	Rhenium	Tellur
Beryllium	Gold	Magnesium	Selen	Titan
Bismut	Grafit	Mangan	Seltenerdmetalle	Wolfram
Chrom	Indium	Molybdän	Silber	Zink
Fluorit	Kobalt	Niob	Strontium	

Im Rahmen der Analyse von Kroop et al. erfolgte die Bewertung der o. g. Rohstoffe anhand dreier verschiedener Kriterien:

- > Wirtschaftlicher Gewichtungindex: Dieser zeigt zum einen die Bandbreite der Anwendungsgebiete bezogen auf die betrachteten Leitbranchen auf. Zum anderen fließt in die Berechnung die Bedeutung der einzelnen Branchen für Baden-Württemberg im Vergleich zu Deutschland mit ein.
- > Mengenindex: Der Index zeigt die Mengenrelevanz, d. h. ob der Rohstoff überdurchschnittlich nach Baden-Württemberg importiert wird, gemessen an der Gesamtimportmenge nach Deutschland.
- > Rohstoff-Risiko-Index: Berücksichtigung des Versorgungsrisikos und der Vulnerabilität.

In einem abschließenden Schritt wurden die Teilindizes zusammengefasst und ein Gesamtranking erstellt. Die Ergebnisse der Teilbewertung sowie der Gesamtbewertung sind in Tabelle 12 dargestellt.

⁸⁸ Nach Kroop et al. 2014.

Tabelle 12: Darstellung der Top-10-Ergebnisse der einzelnen Bewertungskriterien der Rohstoffe⁸⁹

Ranking der Rohstoffe auf Basis des wirtschaftlichen Gewichtungindex (absteigende Bedeutung)	Ranking der Rohstoffe auf Basis des Mengenindex (absteigende Bedeutung)	Ranking der Rohstoffe auf Basis des Rohstoff-Risiko-Index (absteigende Bedeutung)	Gesamtergebnis (kritische Rohstoffe für Baden-Württemberg) (absteigende Bedeutung)
Seltenerdmetalle	Germanium	Seltenerdmetalle	Seltenerdmetalle
Platinmetalle	Beryllium	Niob	Tantal
Tantal	Strontium	Germanium	Germanium
Niob	Tantal	Wolfram	Kobalt
Kobalt	Antimon	Kobalt	Platinmetalle
Baryt	Titan	Rhenium	Wolfram
Wolfram	Molybdän	Antimon	Beryllium
Silber	Kobalt	Platinmetalle	Antimon
Germanium	Wolfram	Magnesium	Molybdän
Titan	Zinn	Lithium	Titan

Vergleicht man dieses Ergebnis (kritische Rohstoffe für Baden-Württemberg) bspw. mit den Nettoimportwerten wichtiger Rohstoffe für Deutschland, zeigt sich, dass Platin/Platinmetalle, Chrom, Wolfram und Tantal eine hohe Bedeutung für Deutschland haben, aber auch oftmals als versorgungskritisch

eingestuft werden. Metalle wie Beryllium, Germanium, aber auch Seltenerdmetalle, die in der Regel als versorgungskritisch gelten, spielen jedoch bezogen auf ihr Marktvolumen eine untergeordnete Rolle.

⁸⁹ Kroop et al. 2014.

3.2.2 Rohstoffabhängigkeit im verarbeitenden Gewerbe

Frondel et al.⁹⁰ betrachten in ihrer Studie neben der Versorgungskritikalität auch die Reichweite von Basismetallen, Stahlveredlern, Edelmetallen, Legierungsmetallen, Industriemineralien und weiteren Metallen, die zum überwiegenden Teil in der Elektronik eingesetzt werden. Dabei stellen Frondel et al. die Reichweite auf Basis der Reserven sowie der Ressourcen dar. Die Unterschiede zwischen den beiden Typen von Reichweiten sind zum Teil erheblich, sodass bei einer Betrachtung der Ressourcenreichweite viele Rohstoffe in ausreichender Menge vorliegen. Nur bei Germanium und Indium sehen Frondel et al. eine Knappheit, die sie aber auch auf eine mangelhafte Datengrundlage zur Berechnung der Reichweite zurückführen.⁹¹ In Summe stellen Frondel et al. fest, „dass sich gemessen an der Ressourcenreichweite eine potenzielle absolute Knappheit nur bei einigen wenigen der hier betrachteten Rohstoffe andeutet.“⁹²

Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes, insbesondere Technologieunternehmen, sind jedoch auf die Verfügbarkeit und einen Marktzugang zu spezifischen Rohstoffen angewiesen. Funktionale Baugruppen, wie bspw. bestückte Leiterplatten oder komplette Steuergeräte, enthalten eine Vielzahl von verschiedenen Rohstoffen. Wie in Kapitel 3.2.1 dargestellt, können entsprechende Rohstoffe aus verschiedenen Gründen als versorgungskritisch angesehen werden, dies betrifft insbesondere den Marktzugang. Unternehmen wissen jedoch zum Teil nicht, welche Rohstoffe in ihren Bauteilen und Produkten enthalten sind, und können daher keine gezielten Maßnahmen zur Reduzierung des Risikos von Versorgungsengpässen ergreifen. Dies betrifft nach Tuma et al. insbesondere Unternehmen mit einer geringen Wertschöpfungstiefe sowie kleine und mittelgroße Unternehmen.⁹³ Aus unternehmerischer Sicht ist es nützlich, für strategisch wichtige Produkte und Produktgruppen die Roh-, Hilfs- und Betriebsmittel zu erfassen und auf Basis dessen eine Bewertung der Kritikalität vorzunehmen. Mit einem Vorgehensmodell für eine Kritikalitätsanalyse im Unternehmen in Abhängigkeit vom unternehmensspezifischen Produktportfolio befassen sich Tuma et al.⁹⁴ Ziel des Vorgehensmodells ist die Identifikation von strategisch bzw. erfolgskritischen Produkten, Komponenten und Technologien.

Dies können bspw. Produkte und Baugruppen bzw. Werkstoffe sein mit:⁹⁵

- > Höchsten Erlösen (Produktebene)
- > Größten Umsätzen (Produktebene)
- > Alleinstellungsmerkmalen (Produktebene)
- > Größten Zukunftspotenzialen (Produktebene)
- > Größter Bedeutung für die Unternehmensstrategie (Produktebene)
- > Geringster Substituierbarkeit (Bauteil-/Stoffebene)
- > Wenigsten Zulieferern (Bauteil-/Stoffebene)
- > Größtem Materialwert (Bauteil-/Stoffebene)
- > Geringster Preiselastizität (Bauteil-/Stoffebene) oder
- > Häufigster Verwendung (Bauteil-/Stoffebene)

Nach der Identifikation strategischer Produkte und Baugruppen können die damit verbundenen Werkstoffe ermittelt und betriebliche, aber auch technologische Maßnahmen ergriffen werden. Betriebliche Absicherungsmaßnahmen können dabei sein:

- > Langfristige Vertragsgestaltung zum Bezug der entsprechenden Materialien
- > Physische Lagerhaltung
- > Rückwärtsintegration und
- > Rohstoff-Hedging

90 Frondel et al. 2005.

91 Ebenda.

92 Ebenda, S. 22.

93 Tuma et al. 2014.

94 Ebenda.

95 Ebenda, S. 17.

Die Maßnahme der Rückwärtsintegration meint dabei Investitionen in Lagerstätten oder den Rohstoffabbau direkt. Diese Maßnahme scheint jedoch nur für Unternehmen zielführend, die am Anfang der Wertschöpfungskette stehen. Hedging beschreibt die Kombination verschiedener Finanzmarktinstrumente wie Derivate oder Futures zur Absicherung/Minderung zukünftiger Preisanstiege.

Zu technologischen Absicherungsmaßnahmen zählen bspw. die Substitution kritischer Materialien und Bauteile, aber auch die Umsetzung von Kreislaufwirtschaftsstrategien.

Eine Rohstoffabhängigkeit sowie damit verbundene Maßnahmen zur Reduzierung des Rohstoffrisikos sind unternehmensspezifisch zu diskutieren. Die nachfolgende Tabelle 13 gibt eine Übersicht zu Maßnahmen, die in Bezug auf verschiedene Rohstoffrisiken ergriffen werden können.

Tabelle 13: Handlungsempfehlungen für Unternehmen zur Reduzierung des Rohstoffrisikos⁹⁶

Exemplarische Zuordnung möglicher Maßnahmen zu möglichen Risiken		Risiken		
		Geologische Risiken/Unsichere Verfügbarkeit	Langfristiger Preisanstieg durch Verknappung	Politische Instabilität
Unternehmen im Markt	Unternehmensinternes Informationsmanagement	0	0	0
	Forschung & Entwicklung & Substitution	+	+	+
	Lagerung	0	0	+
Maßnahmen Zulieferernetzwerk	Diversifikation	0	0	+
	Langfristige Lieferverträge	+	+	0
	Investition in Zulieferer	+	+	0
	Beschaffungskooperation	0	0	0
	Unternehmensübergreifendes Informationsmanagement	0	0	+
Kundennetzwerk	Langfristige Lieferverträge	0	0	0
Finanzmarkt & Rohstoffbörse	Financial Hedging	0	-	0
Politik & Rechtliche Rahmenbedingungen	Organisation in Interessengemeinschaften	-	-	0
Kreislaufwirtschaft	Recycling, Reuse, Remanufacturing	+	+	0

96 Ebenda, S. 49

3.2.3 Politische Initiativen in Europa, Deutschland und Baden-Württemberg

Dass es sinnvoll ist, Ressourcenproduktivität als Kernelement einer entsprechenden ökologischen Politik zu verfolgen, ist unbestritten.⁹⁷ Nach Bleischwitz et al.⁹⁸ bietet ein ressourcenorientierter Ansatz den Vorteil, dass klima-, energie- und abfallpolitische Aspekte zusammengeführt werden können und mit ökonomischen Kerninteressen wie Kostensenkungen und Innovationen verbunden werden. Aus diesem Grund werden nachfolgend politische Initiativen auf europäischer, deutscher und baden-württembergischer Ebene vorgestellt und etwaige Zielsetzungen aufgezeigt.

EUROPA

Auf europäischer Ebene stellt die Strategie für eine nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen ein zentrales Element dar.⁹⁹ Grundlage ist die Vision und Forderung einer grünen Wirtschaft in Europa¹⁰⁰ (engl. Green New Deal for Europe), die u. a. durch die Entkoppelung des Wachstums vom Ressourcenverbrauch gekennzeichnet ist. Dieses zentrale Element spiegelt sich auch in der deutschen Politik wider. Die Mitteilung der Europäischen Kommission KOM (2005) 670¹⁰¹ fordert Ressourceneffizienzstrategien auf nationaler Ebene. Damit ist implizit verbunden, entsprechende Ziele, Überprüfungsmechanismen und konkrete Maßnahmenpläne auf nationaler Ebene, also auch für Deutschland, zu erarbeiten.

Als Fortschreibung der Mitteilung der Europäischen Kommission KOM (2005) 670¹⁰² ist die „Roadmap 2020 zu Ressourceneffizienz und einem kohlenstoffarmen Europa“ zu sehen. Die Roadmap operationalisiert den Gedanken der Entkoppelung des Wachstums von der Ressourcennutzung. Die Mitteilung der Kommission KOM (2010) 2020¹⁰³ konkretisiert die Leitinitiative „Ressourcenschonendes Europa“ zur Entkoppelung des Wachstums von der Ressourcennutzung weiter. Erreicht werden soll dies durch den Einsatz kohlenstoffarmer Technologien, die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien, die Modernisierung des Verkehrswesens und die Förderung von Energieeffizienz. Eine Aufgabe, die sich hierbei die EU-Kommission selbst gesetzt hat, ist die „Verbreitung der Vision eines strukturellen und technologischen Wandels, der für den Übergang zu einer

emissionsarmen, ressourceneffizienten und klimaresistenten Wirtschaft bis 2050 notwendig ist und es der EU ermöglicht, ihre Ziele hinsichtlich der Emissionsverringerung und der Erhaltung der Artenvielfalt zu erreichen“¹⁰⁴.

Ergänzend hierzu wurde 2011 der „Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa“ (engl. Roadmap to a Resource Efficient Europe) der Europäischen Kommission veröffentlicht.¹⁰⁵ Darin wird darauf hingewiesen, dass „eine effizientere Verwendung von natürlichen Ressourcen wie Metallen und Mineralien [...] ein wesentlicher Aspekt der Ressourceneffizienz [ist]“.¹⁰⁶ Beispielsweise wird eine nachhaltige Materialwirtschaft oder eine Kreislaufwirtschaft genannt, in der Abfall zu einer Ressource wird, um eine effizientere Verwendung von Mineralien und Metallen zu erreichen. Als konkrete Maßnahmen werden dabei die Berücksichtigung von Umweltbelastungen im Lebenszyklus, die Abfallvermeidung, eine Erhöhung der Wiederverwendungs- und Recyclingrate sowie Forschung und Innovationen genannt. Als Schlüsselsektoren, die in Summe bis zu 70 bis 80 % aller Umweltauswirkungen verursachen, werden im „Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa“ die Sektoren Ernährung, Wohnen und Mobilität genannt.¹⁰⁷

DEUTSCHLAND

Ein Großteil der in der deutschen Industrie eingesetzten nicht energetischen Rohstoffe wird fast vollständig importiert. In den heimischen Lagerstätten werden überwiegend Steine und Erden und vereinzelt Industriemineralien gewonnen. Insbesondere Metalle und Metallerze, wichtige Industriemetalle und Seltenerdmetalle stammen aus außereuropäischen Lagerstätten. Deutschland bzw. das verarbeitende Gewerbe in Deutschland ist somit auf Importe von zahlreichen Rohstoffen und Ressourcen angewiesen.

Die Anfänge der deutschen Rohstoffpolitik finden sich in der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie aus dem Jahr 2002. Die Nachhaltigkeitsstrategie formuliert Ziele und Maßnahmen für die Bundesrepublik und bildet die Basis für weitere politische Initiativen. Ein wesentliches Ziel ist es, die Rohstoffproduktivität in Deutschland bis 2020 gegenüber 1994 zu verdoppeln.

97 Bleischwitz et al. 2009.

98 Ebenda.

99 Europäische Union 2006.

100 Damit gemeint ist insgesamt die Etablierung einer umweltfreundlichen Industrie im europäischen Raum, durch eine grüne Modernisierung der Wirtschaft. Für einen weiteren Einblick in die Vision des „Green New Deal“ siehe Heinrich-Böll-Stiftung e. V. 2011.

101 Europäische Union 2006.

102 Ebenda.

103 Europäische Kommission 2010.

104 Ebenda, S. 19.

105 Europäische Union 2006.

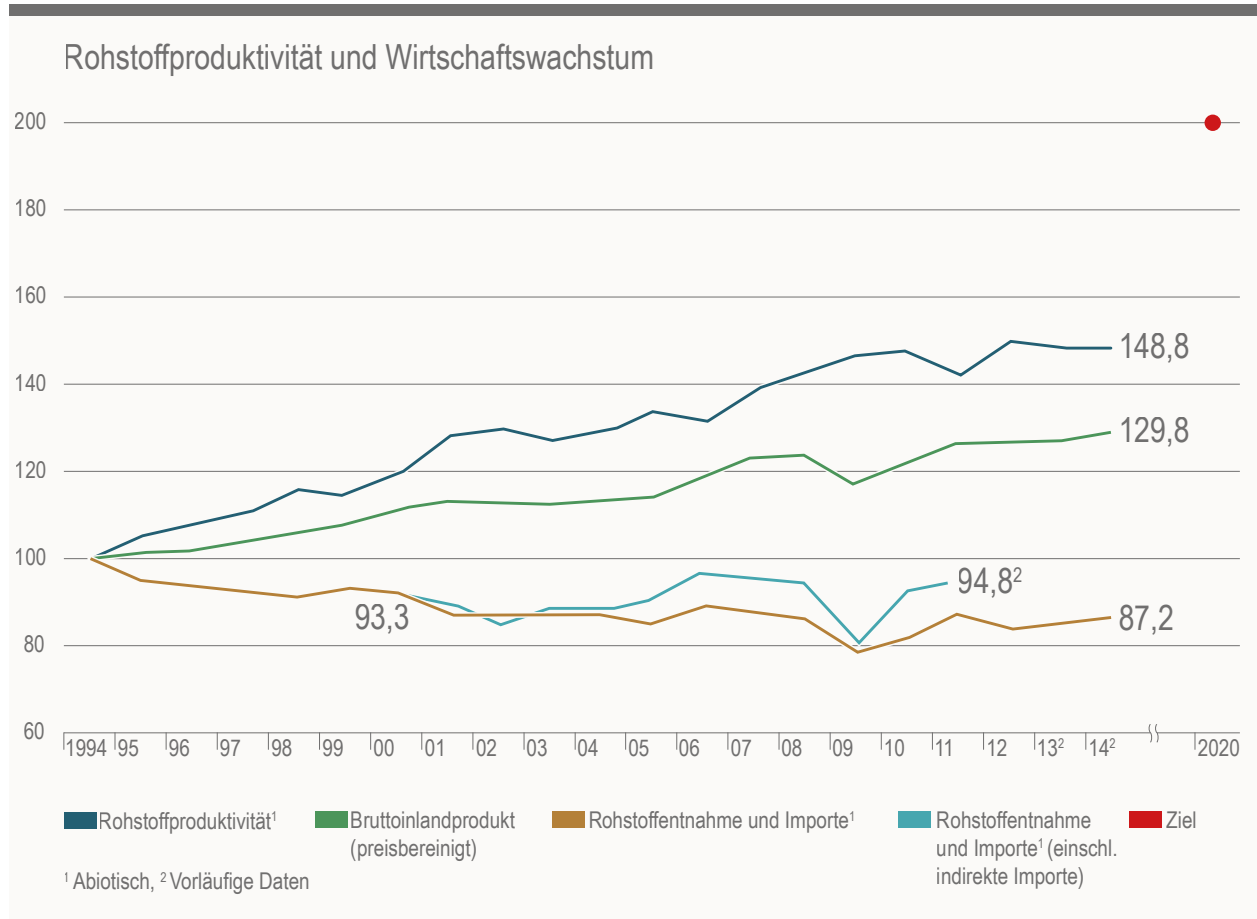
106 Europäische Kommission 2011a, S. 15.

107 Europäische Kommission 2011a.

Dies bedeutet die Entkoppelung des Wirtschaftswachstums vom Rohstoffverbrauch. Wie Abbildung 6 entnommen werden kann, wird dieses – bisher einzige quantitative – Ziel zur

Steigerung der Ressourceneffizienz nach aktuellem Stand ohne signifikante Beschleunigung der Effizienzsteigerung nicht erreicht.

Abbildung 6: Entwicklung des Indikators Rohstoffproduktivität¹⁰⁸



108 Nach Statistisches Bundesamt 2014c, S. 8; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit 2016.

Der hohe Bedarf an nicht energetischen Rohstoffen und die damit verbundene starke Importabhängigkeit der deutschen Industrie bildeten 2007 die Grundlage für einen Dialog zwischen Wirtschaft und Politik mit dem Ziel, eine Rohstoffstrategie zu entwickeln. Die Ergebnisse dieses Dialogs sind in die „Elemente einer Rohstoffstrategie der Bundesregierung“ eingeflossen. In den folgenden Jahren fanden weitere Dialoge mit Wirtschaftsvertretern statt, welche die Grundlage für die Rohstoffstrategie der Bundesregierung bildeten. Die Kernziele der Rohstoffstrategie der Bundesregierung sind:¹⁰⁹

- > Abbau von Handelshemmnissen und Wettbewerbsverzerrungen
- > Unterstützung der deutschen Wirtschaft bei der Diversifizierung ihrer Rohstoffbezugsquellen
- > Unterstützung der Wirtschaft bei der Erschließung von Synergien durch nachhaltiges Wirtschaften und Steigerung der Materialeffizienz
- > Weiterentwicklung von Technologien und Instrumenten zur Verbesserung der Rahmenbedingungen für das Recycling
- > Aufbau bilateraler Rohstoffpartnerschaften mit ausgewählten Ländern
- > Eröffnung neuer Optionen durch Substitutions- und Materialforschung
- > Fokussierung rohstoffbezogener Forschungsprogramme
- > Herstellung von Transparenz und Good Governance bei der Rohstoffgewinnung
- > Verzahnung nationaler Maßnahmen mit der europäischen Rohstoffpolitik

Die Rohstoffstrategie betrachtet dabei auch explizit die Rohstoffeffizienz, Rohstoffe in der Wertschöpfungskette und Materialeffizienz. Der Aspekt der Rohstoffeffizienz fokussiert auf eine nachhaltige Rohstoffgewinnung bspw. durch die Anwendung neuester Erkenntnisse der Lagerstättenforschung, den Einsatz moderner bergbaulicher Gewinnungstechnologien sowie der Weiterentwicklung von Erzaufbereitungs- und Weiterverarbeitungstechnologien. Für die Sicherung der Rohstoffversorgung formuliert die Politik zusätzlich das Ziel, dass Deutschland für wichtige Rohstoffe und Rohstoffgruppen über eigene industrielle Rohstoffverarbeitungskapazitäten verfügen sollte. Dieses anspruchsvolle Ziel steht jedoch im Gegensatz zu der Entwicklung der vergangenen Jahre. Vorhandene Rohstoffverarbeitungskapazitäten wurden wegen hoher Energiekosten und Umweltschutzanforderungen abgebaut oder ins Ausland verlagert. Die Materialeffizienz umfasst die Unterziele der Verbesserung

der Materialnutzung bspw. durch die Förderung effizienterer Produktionstechniken sowie die Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in diesem Bereich. Eine Erhöhung der Materialeffizienz soll dabei etwa durch eine Fortentwicklung der Förderprogramme wie einzelbetriebliche Beratungen erreicht werden oder durch ein nationales Ressourceneffizienzprogramm.¹¹⁰ Die Unterstützung effizienter Produktionstechniken baut auf den Aspekt der Entwicklung neuer Technologien bspw. durch entsprechende Förderprogramme wie das Umweltinnovationsprogramm. Darüber hinaus soll die Forschung und Entwicklung im Bereich von neuen oder verbesserten Materialien und chemischen Verfahren explizit gefördert werden.

Ein anderes Ziel der Rohstoffstrategie der Bundesregierung ist der Aufbau bilateraler Rohstoffpartnerschaften. In den vergangenen Jahren konnten in diesem Zuge Rohstoffpartnerschaften (privatrechtliche Verträge der Wirtschaft, die mit außenpolitischen und außenwirtschaftlichen Instrumenten abgesichert und flankiert werden) mit der Mongolei und Kasachstan geschlossen werden.

Die Aktivitäten der Bundesregierung in der Rohstoffpolitik werden durch den interministeriellen Ausschuss Rohstoffe koordiniert. Unter Federführung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sind daran die betroffenen Ressorts und Behörden beteiligt.

Einen weiteren Meilenstein in der Rohstoffpolitik der Bundesregierung bildet die Verabschiedung des Deutschen Ressourceneffizienzprogramms (ProgRess – Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen) im Jahr 2012. Dieses bietet einerseits einen allgemeinen Überblick über bestehende Aktivitäten, beschreibt aber auch gleichzeitig den erforderlichen Handlungsbedarf, um das Ziel der Verdoppelung der Rohstoffproduktivität zu erreichen. Dafür definiert das Programm 20 Handlungsansätze für eine nachhaltige Nutzung nicht energetischer Rohstoffe, wie Erze, Industrie- und Baumaterialien, sowie für die stoffliche Nutzung biotischer Rohstoffe. Das Programm überträgt erstmals die Ziele der nationalen Ressourceneffizienzstrategie auf einen betrieblichen Kontext.¹¹¹ Das deutsche Ressourceneffizienzprogramm fokussiert explizit auf nicht energetische Rohstoffe und die stoffliche Nutzung biotischer Rohstoffe. Aktuell wurde das Ressourceneffizienzprogramm für den Zeitraum 2016 bis 2019 fortgeschrieben (ProgRess II). Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die definierten Handlungsfelder und -ansätze.

¹⁰⁹ Bundesministerium für Wirtschaft 2010.

¹¹⁰ Damit ist das Deutsche Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess) gemeint, welches 2012 verabschiedet wurde.

¹¹¹ Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH/Universität Bremen artec Forschungszentrum Nachhaltigkeit 2013.

Tabelle 14: Überblick zu den Handlungsfeldern des deutschen Ressourceneffizienzprogramms (ProgRess II)¹¹²

Handlungsfelder 2016 – 2019	Ansätze
Nachhaltige Rohstoffversorgung sichern	Mineralische und fossile Rohstoffe umweltfreundlicher gewinnen
	Umwelt-, Sozial- und Transparenzstandards im Rohstoffsektor international stärken und nachhaltigere Lieferketten schaffen
	Ökologische Grenzen und soziale Nachteile bei der Bewertung der Rohstoffverfügbarkeit berücksichtigen
	Abhängigkeit von kritischen Rohstoffen durch Substitution reduzieren
	Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe umweltverträglich ausbauen
Ressourceneffizienz in der Produktion steigern	Ressourceneffiziente Produktions- und Verarbeitungsprozesse entwickeln und verbreiten
	Betriebliche Effizienzberatung ausbauen
	Anreize für die Nutzung von Energie- und Umweltmanagementsystemen schaffen
Produkte und Konsum ressourcenschonender gestalten	Nationales Programm für nachhaltigen Konsum umsetzen
	Ressourcenschonung als Kriterium für Handel und Verbraucher einführen
	Ressourcenschonung in die Produktentwicklung einbeziehen
	Ressourcen durch soziale Innovationen und (Produkt-) Dienstleistungssysteme effizienter nutzen
	Anreize zur besseren Marktdurchdringung ressourceneffizienter Produkte und Dienstleistungen ausbauen
	Ressourcenschonung in der Beschaffung verankern

112 Nach Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit 2016.

Fortsetzung zu Tabelle 14: Überblick zu den Handlungsfeldern des deutschen Ressourceneffizienzprogramms (ProgRes II)

Handlungsfelder 2016–2019	Ansätze
Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft ausbauen	Abfälle vermeiden
	Produktverantwortung stärken
	Verwertungsstrukturen in Schwellen- und Entwicklungsländern fördern
	Erfassung und Recycling ressourcenrelevanter Mengenabfälle optimieren
	Verwertungspotenziale bei Bio- und Grünabfällen besser nutzen
	Erfassung und Recycling von Edel- und Sondermetallen stärken
	Phosphorrecycling verbessern
Nachhaltiges Bauen und nachhaltige Stadtentwicklung	Sekundärrohstoffe aus anthropogenem Lager gewinnen (Urban Mining)
	Quartiere und Bauwerke ressourcenschonend entwickeln, bauen, sanieren und nutzen
	Ressourcenschonende Infrastrukturen
	Kennzeichnung von Bauprodukten hinsichtlich ihrer Wirkung auf Umwelt, Rohstoffanspruchnahme und Gesundheit
Ressourceneffiziente Informations- und Kommunikationstechnik	Stärkung der Kreislaufführung bei Bauprozessen
	Ressourceneffizienz der IKT-Produkte verbessern
	Mit effizienter Software die Ressourceninanspruchnahme der IKT verringern
	Ressourceneffiziente IKT-Produkte und Dienstleistungen bevorzugt beschaffen
	Ressourceneffizientere Rechenzentren schaffen

Fortsetzung zu Tabelle 14: Überblick zu den Handlungsfeldern des deutschen Ressourceneffizienzprogramms (ProgRess II)

Handlungsfelder 2016–2019	Ansätze
Übergreifende Instrumente	Strategische Früherkennung und Datenpool aufbauen
	Finanzwirtschaft und Finanzdienstleistungen ressourceneffizienter ausrichten
	Ökonomische Instrumente nutzen und Subventionen abbauen, die die Ressourceninanspruchnahme fördern
	Ressourceneffizienz bei der Weiterentwicklung des rechtlichen Rahmens auf nationaler Ebene berücksichtigen
	Bewertungsmethoden zur Ressourceneffizienz weiterentwickeln
	Forschung und Innovation sowie deren Nutzung in und mit Unternehmen stärken
	Öffentliches Bewusstsein für Ressourcenschonung schaffen
	Thema Ressourcen im Bildungssystem verankern
Synergien zu anderen Politikfeldern erschließen und Zielkonflikte abbauen	–
Ressourceneffizienzpolitik auf kommunaler und regionaler Ebene unterstützen	–
Ressourcenpolitik auf internationaler und EU-Ebene stärken	Internationale Verankerung der Ressourceneffizienz fördern
	Ressourceneffizienz in Europa unterstützen und umsetzen
	Zusammenarbeit mit Entwicklungs- und Schwellenländern, Technologie- und Wissenstransfer ausbauen

Aber auch die Industrie hat Maßnahmen zur Rohstoffsicherung ergriffen. Anfang 2012 haben bspw. zwölf namhafte Großunternehmen der deutschen Industrie die „RA Rohstoffallianz GmbH“ gegründet. Anliegen der Rohstoffallianz ist die dauerhafte Sicherung der Rohstoffbasis durch langfristig formulierte Bergbauprojekte. Neben der Beteiligung an Rohstoffexplorationen soll in spezifischen Fällen auch eine Beteiligung bei der Gewinnung und Aufbereitung der Rohstoffe geprüft und angegangen werden.

BADEN-WÜRTTEMBERG

In Baden-Württemberg ist das Thema Ressourceneffizienz als Leitmotiv der Landesregierung verankert¹¹³ und stellt einen Schwerpunkt in der Wirtschafts- und Technologiepolitik dar. Ausgehend von einer gemeinsamen Untersuchung des Instituts für Angewandte Wirtschaftsforschung (IAW) und von McKinsey & Company wurden u. a. die Themen Umwelttechnologie und Ressourceneffizienz als wichtige, strategische Zukunftsfelder für Baden-Württemberg identifiziert.¹¹⁴

Das Gutachten schätzte allein für diese Themenbereiche einen Zuwachs von 30 bis 45 Mrd. EUR der jährlichen Wertschöpfung bis 2020. Um die Stellung Baden-Württembergs als eine der Spitzenregionen zu halten, bieten die Themen Umwelttechnologie und Ressourceneffizienz daher die größten Wachstumschancen.

Aufbauend auf diesen Ergebnissen rief die Landesregierung Baden-Württemberg eine Vielzahl von Initiativen ins Leben. Insbesondere wurde Umwelttechnik BW, die Landesagentur für Umwelttechnik und Ressourceneffizienz in Baden-Württemberg, gegründet. „Die Umwelttechnik BW ist für die Akteure im Land die zentrale Ansprech- und Servicestelle zum Thema Ressourceneffizienz.“¹¹⁵ Zudem ist Baden-Württemberg damit in Deutschland einer der Vorreiter, wenn es darum geht, Unternehmen in ihren Bestrebungen zu unterstützen, vorhandene Potenziale besser auszuschöpfen und innovative Technologien zu entwickeln.

Unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung verfolgt die Landesstrategie „Ressourceneffizienz Baden-Württemberg“ die folgenden Zielsetzungen:¹¹⁶

- > Entkoppelung des wirtschaftlichen Wachstums vom Ressourcenverbrauch unter Beibehaltung und Ausbau des hohen Anteils am produzierenden Gewerbe sowie Erhalt der baden-württembergischen Wirtschaftsstruktur
- > Unterstützung des Ziels der Bundesregierung der Verdoppelung der Rohstoffproduktivität von 1994 bis 2020. Unterstützung in Baden-Württemberg durch die Entwicklung geeigneter Indikatoren zur Steuerung der Ressourceneffizienz
- > Entwicklung Baden-Württembergs zum Leitmarkt und zum Leitanbieter von Ressourceneffizienztechnologien
- > Sichere Versorgung der Wirtschaft mit Rohstoffen durch effizientere Gewinnung von Primärrohstoffen und Erhöhung des Anteils an Sekundärrohstoffen

Die genannten Ziele sollen durch die Fokussierung auf die im Folgenden genannten Schwerpunkttätigkeiten (Aktionsfelder) erreicht werden:¹¹⁷

- > Förderung/Unterstützung von Innovation und Technologieentwicklung für Ressourceneffizienz
- > Verbreitung des Wissens über Ressourceneffizienz insbesondere der Materialeffizienz in die Unternehmen, um vorhandene Einsparpotenziale zu nutzen/auszuschöpfen
- > Entwicklung und Implementierung von Indikatoren, Messgrößen und Zielen zur Steuerung und Überprüfung der Ressourceneffizienz auf volks- und betriebswirtschaftlicher Ebene
- > Entwicklung effizienter Verfahren und Technologien zur Gewinnung und Aufbereitung von Primärrohstoffen
- > Verbesserung der Kreislaufwirtschaft durch eine Verbesserung der Erfassung und Rückführung von Materialien (Steigerung der Recyclingquoten), verbunden mit Einsatzmöglichkeiten für Sekundärrohstoffe

113 Untersteller 2014.

114 Boockmann et al. 2010, S. 8 und 34 ff.

115 Untersteller 2014, S. 96.

116 Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg/Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg/Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg 2016.

117 Ebenda.

In der Landesstrategie „Ressourceneffizienz Baden-Württemberg“ (vom 1.3.2016) werden die o. g. Aktionsfelder durch 29 Maßnahmen untermauert. Die Landesstrategie ist das Ergebnis verschiedener Initiativen, Maßnahmen und eines Dialogs mit gesellschaftlichen Akteuren, wie bspw. der Akteursplattform Ressourceneffizienz, Allianz für mehr Ressourceneffizienz Baden-Württemberg, und strategischen Studien zur fachlichen Fundierung der Landesstrategie. Das Aktionsfeld „Material- und Energieeffizienz in Unternehmen“ hat wie bereits erwähnt das Ziel, die Umsetzung von Ressourceneffizienzmaßnahmen in Unternehmen zu unterstützen.

Hierzu sollen weiterhin Praxisbeispiele verbreitet, Tools zur Umsetzung zur Verfügung gestellt und u. a. die Qualifikation der mit der Steigerung der Ressourceneffizienz beauftragten Personen gefördert werden.¹¹⁸

Zusätzlich sind entsprechende Anknüpfungspunkte insbesondere unter den Stichworten „innovativ, digital, nachhaltig“ im Koalitionsvertrag 2016–2021 zwischen dem Bündnis 90/Die Grünen Baden-Württemberg und der CDU Baden-Württemberg festgehalten.¹¹⁹

118 Ebenda.

119 Bündnis 90/Die Grünen Baden-Württemberg/CDU-Landesverband Baden-Württemberg 2016.

